

ANNEE 1963

THÈSE

N° 829

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ÉTAT

PAR

Françoise CATTAN née JOB

le 11 décembre 1931 à Paris (4e)

Interne des Hôpitaux de Paris.

Présentée et soutenue publiquement le :

APPLICATION DU CALCUL DES PROBABILITES
ET DE LA NOTION DE QUANTITE D'INFORMATION
A L'ETUDE D'UN COMPORTEMENT ALEATOIRE.

Président : Mr. J. DELAY, Professeur.

ANNEE 1963

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ÉTAT

PAR

Françoise CATTAN née JOB

le 11 décembre 1931 à Paris (4e)

Interne des Hôpitaux de Paris.

Présentée et soutenue publiquement le :

APPLICATION DU CALCUL DES PROBABILITES
ET DE LA NOTION DE QUANTITE D'INFORMATION
A L'ETUDE D'UN COMPORTEMENT ALEATOIRE.

Président : Mr. J. DELAY, Professeur.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Alajouanine (T.), Aubin (A.), Bénard (H.), Bulliard (H.), Cadenat (F.), Chabrol (E.), Debré (R.), Fey (B.), Galliard (H.), Gastinel (P.), Halphen (E.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Lantuejoul (P.), Laroche (G.), Lavier (G.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Mathieu (P.), Mocquot (P.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulouquet (P.), Mouquin (M.), Olivier (E.), Pasteur Valléry-Radot, Petit-Dutaillis (D.), Piédelièvre (R.), Quénu (J.), Richet (C.), Senèque (J.), Strohl (A.), Tanon (L.), Verne (J.).

DOYEN Léon BINET.
Membre de l'Institut

1^{er} ASSESSEUR } Gaston CORDIER
2^e ASSESSEUR } Paul CASTAIGNE

I. — PROFESSEURS

1° CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.)
Anatomie pathologique	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Biochimie médicale	{ JAYLE (M.-F.) SCHAPIRA (G.)
Biologie appliquée à l'Éducation physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT (P.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J.)
Embryologie	TUCHMANN (H.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie (Lariboisière)	JOANNON (P.)
Histologie	GIROUD (A.)
Hygiène et médecine préventive	BOYER (J.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale	DEROBERT (L.)
Microbiologie (Bactériologie et virologie)	FASQUELLE (R.)
Parasitologie	BRUMPT (L.-C.)
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
Pathologie exotique	N...
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.-P.)
Pathologie médicale	N...
Pathologie respiratoire	TURIAF (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	BOUDIN (G.)
Pharmacologie	CHEYMOL (J.)
Physiologie	{ BINET (L.) BARGETON (D.)
Physiologie et pathologie obstétricale	LEPAGE (F.)
Physique médicale	{ DOGNON (A.) DJOURNO (A.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale	CAUCHOIX (J.)
Thérapeutique	CONTE (M.)
Thérapeutique appliquée	LAMOTTE (M.)

b) Professeurs à titre personnel :

Biochimie médicale	{ DESGREZ (P.) POLONOVSKI (J.)
Biologie médicale	BOURLIÈRE (F.)
Hygiène et médecine préventive	DEPARIS (M.)
Pharmacologie	LÉVY (M ^{lle} J.)
Physiologie	PARROT (J.)
Physique médicale	KELLERSHOHN (L.)

a) Professeurs titulaires :

MM.

Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)	REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)	SOULIÉ (P.)
Cliniques chirurgicales	Beaujon LORTAT-JACOB (J.-L.)
	Cochin LEGER (L.)
	Cochin ABOULKER (P.)
	Hôtel-Dieu PATEL (J.)
	Pitié CORDIER (G.)
	Saint-Antoine GOSSET (J.)
	Salpêtrière SICARD (A.)
	Tenon OLIVIER (G.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)	FÈVRE (M.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique (Cochin)	MERLE d'AUBIGNÉ (R.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)	GAUDART d'ALLAINES (F. de)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laennec)	MATHEY (J.)
Clinique endocrinologique (Pitié)	DECOURT (J.)
Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades)	LAMY (M.)
Clinique gynécologique (Broca)	HUGUIER (J.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis)	DEGOS (R.)
Clinique des maladies des Enfants (Enfants-Malades)	CATHALA (J.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne)	DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)	HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)	MARCHAL (G.)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)	CASTAIGNE (P.)
Cliniques médicales	Boucicaut MILLIEZ (P.)
	Broussais LENÈGRE (J.)
	Cochin JUSTIN-BESANÇON (L.)
	Cochin BROUET (G.)
	Hôtel-Dieu BARIÉTY (M.)
	Lariboisière SÈZE (S. de)
	Pitié DREYFUS (G.)
	Saint-Antoine KOURILSKY (R.)
Clinique d'hydrologie et de climatologie (Bichat)	DEBRAY (G.)
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	GENNES (L. de)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)	DEROT (M.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)
Clinique neurologique (Salpêtrière)	GARCIN (R.)
Cliniques obstétricales	Baudelocque LACOMME (M.)
	Foch (Suresnes) MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	RENARD (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)
Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-de-Paul)	LELONG (M.)
Clinique de pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	MARIE (J.)
Clinique de pneumo-phthisiologie (Laennec)	BERNARD (E.)
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	GOSTE (F.)
Clinique stomatologique (Pitié)	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	ROUX (M.)
Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine)	LEMAIRE (A.)
Clinique toxicologique	GAULTIER (M.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique	PADOVANI (P.)
Séméiologie médicale	DOMART (A.)
Séméiologie et clinique chirurgicales	POILLEUX (F.)
Clinique urologique (Necker)	COUVELAIRE (R.)
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	TURPIN (R.)

b) Professeurs à titre personnel :

Médecine	{ BOUR (H.)
	{ LHERMITTE (F.)
	{ PEQUIGNOT (H.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGRÉGÉS ET MAÎTRES DE CONFÉRENCES - AGRÉGÉS

	MM.
Anatomie	CABROL (C.) COUINAUD (C.) GILLOT (C.) OLIVIER (G.) pr. s. ch.
Anatomie pathologique	GAUTHIER-VILLARS (M ^{lle} P.) pr. s. ch. ABELANET (R.) CHOMETTE (G.) GOUYGOU (Ch.), m. conf. NEZELOFF (Ch.) ORCEL (L.) PAILLAS (J.)
Anesthésiologie	KERN (E.) VOURC'H (G.)
Bactériologie	BARBIER (P.) pr. s. ch. CHRISTOL (D.) LE MINOR (L.) TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	BADIER Et. m. conf. BOURILLON (R.) CARTIER (P.) DREYFUS (J.-Cl.) GONNARD (P.) KRUM (J.) JEROME (H.)
Biologie appliquée à l'Éducation Physique et aux Sports	PLAS (F.)
Carcinologie	BOIRON (M.) DENOIX (P.) MATHE (G.) SELIGMANN (M.)
Dermato-Syphiligraphie	CIVATTE (J.) DUPERRAT (B.)
Electro-Radiologie	LEDOUX-LEBARD (G.)
Hématologie	BESSIS (M.) BILSKI-PASQUIER (G.) DAUSSET (J.) DUHAMEL (G.)
Histologie	COUJARD (R.), pr. s. ch. MAROIS (M.) RACADOT (J.)
Hydrologie	BESANÇON (F.) CORNET (A.)
Hygiène	BOYER (J.) pr. s. ch. BLANCHER (G.) CORRE-HURST (M ^{me} L.) SAPIN-JALLOUSTRE (H.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.) Pr. s. ch. DUPONT (V.)
Médecine légale	FOURNIER (E.) GUENIOT (M.) HADENGUE (A.)
Médecine du travail	ALBAHARY (C.)
Neuro-chirurgie	PERTUISET (B.)
Neurologie	LAPRESLE (J.) GRANJON (A.) HERVET (E.) LE LORIER (G.) LEVY (J.) MORIN (P.) MUSSET (R.) ROBEY (M.) SENEZE (J.) SUREAU (C.) THOYER-ROZAT (J.)
Obstétrique	BRÉGEAT (P.) DUBOIS (A.) SARAUX (H.)

	MM.
Orthopédie	JUDET (R.) MEARY (R.) POSTEL (M.) RAMADIER (J.)
Oto-rhino-Laryngologie	DEBAIN (J.) PIALOUX (P.)
Parasitologie	GOLVAN (Y.) LAPIERRE (J.)
Pathologie chirurgicale	BARCAT (J.) BINET (J.-P.) GERBONNET (G.) CHATELIN (C.-L.) DUBOST (Ch.) DUBOST (Cl.) FAUREL (J.) FLABEAU (F.) GARBAY (M.) GARNIER (H.) (Cl. de) GAUDART-d'ALLAINES GERMAIN (A.) LATASTE (J.) LOYGUE (J.) MERCADIER (M.) NATALI (J.) PELLERIN (D.) PERROTIN (J.) ROBERT (H.) THOMERET (G.)
Pathologie exotique	SCHNEIDER (J.)
Pathologie expérimentale	BENHAMOU (J.-P.) BERTHAUX (P.) BOIVIN (P.) CROSNIER (J.) HARTMANN (L.) LÖPER (J.) Pr. s. ch. MAURICE (J.) MIKOL (Cl.) RICHEL (G.)
Pathologie médicale	AUSSANNAIRE (M.) BOUVIER (J.) BOUVRAIN (Y.) BRICAIRE (H.) BRISAUD (H.) BROCARD (H.) BUGE (A.) CATINAT (J.) CHRÉTIEN (J.) COBLENTZ (B.) CONTAMIN (F.) COURY (C.) ÉTIENNE (J.-P.) FREZAL (J.) FRITEL (D.) HENNEQUET (A.) HIMBERT (J.) HOUSSET (E.) LAROUCHE (Cl.) LESOBRE (R.) LEVEQUE (B.) MACREZ (C.) MOREAU (L.) NICK (J.) ROYER (P.) TOURNEUR (R.) WOLFROMM (R.)
Pédiatrie-Puériculture	LAFOURCADE (J.) LEPERCQ (G.) MANDE (R.) MOZZICONACCI (P.) POLONOVSKI (C.) ROSSIER (A.) VIALATTE (J.)

	MM.
Pharmacologie	BOISSIER (J.) LECHAT (P.) BARRES (G.) DEJOURS (P.) pr. s. ch.
Physiologie	DURAND (J.) GIRARD m. conf. HUGELIN (A.) SCHERRER (J.) CHANTEUR (J.) GOUGEROT (L.), m. conf. pr. s. ch.
Physique médicale	GREMY (F.) m. conf. MILHAUD (G.) PELLERIN (P.) ROUCAYROL (J.-Cl) TUBIANA (M.) m. conf.
Pneumo phthisiologie	KREIS (B.) MEYER (A.) RENAULT (P.)

	MM.
Psychiatrie	PICHOT (P.)
Psychiatrie infantile	DENIKER (P.) DUCHE (D.) FLAVIGNY (H.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.) pr. s. ch.
Stomatologie	CERNEA (P.) CHAPUT (M ^{mo} A.) m. c. agr. GRELLET (M.)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P.) MARCHE (J.)
Urologie	AUVERT (J.) MOULONGUET (A.) QUENU (L.)

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

	MM.
Anatomie	DEBEYRE (J.)
Clinique chirurgicale	VERNE (J.-M.)
Clinique médicale	PERRAULT (M.) RAMBERT (P.) THIEFFRY (S.)
Clinique obstétricale	GRASSET (J.) MAYER (M.)

	MM.
Clinique ophtalmologique	DESVIGNES (P.) OFFRET (G.)
Clinique pédiatrique et pué- riculture	LAPLANE (R.)
Clinique psychiatrique	BARUK (H.)
Clinique urologique	KUSS (R.)

IV. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Bactériologie	HAUDUROY (P.) Pr. s. ch.
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J.) Pr. s. ch.

V. — CHARGÉS DE COURS D'HYGIÈNE SCOLAIRE ET UNIVERSITAIRE

Secrétaire général de la Faculté	M. LENA (J.)
Secrétaire principal	Mlle CHAINTREUIL (G.)
Conservateur en Chef de la Bibliothèque	M. le Docteur HAHN (A.)
Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine	
Conservateurs	Mlles DUMAITRE (P.), LE NOIR (G.), QUIÉVREUX (E.)
Bibliothécaire	Mmes CONTET (J.), FORGET (F.), Mlle LAURENT (H.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON MAITRE D'INTERNAT

LE PROFESSEUR J.DELAY

Professeur à la Faculté de Médecine

Membre de l'Institut

Membre de l'Académie de Médecine

qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence
de cette thèse.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40152008_0023

A MON MAITRE D'INTERNAT

LE PROFESSEUR F.LHERMITTE

Professeur à la Faculté de Médecine

qui m'a proposé ce travail et qui en a dirigé
chaque étape avec une attention et une
bienveillance inlassables.

Je lui dédie ma thèse avec une profonde reconnaissance.

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

EXTERNAT

LE PROFESSEUR FUNCK-BRENTANO in mémoriam

LE PROFESSEUR GILBERT-DREYFUS

LE DOCTEUR SIGUIER

LE PROFESSEUR SOULIE

LE DOCTEUR LAYANI

LE DOCTEUR CAROLI

INTERNAT

LE PROFESSEUR DAVID

LE PROFESSEUR ALAJOUANINE

LE PROFESSEUR CASTAIGNE

LE PROFESSEUR Ag. BUGÉ

LE PROFESSEUR BOUDIN

LE PROFESSEUR MICHAUX

LE PROFESSEUR GARCIN

A MON MAITRE D'EXTERNAT ET D'INTERNAT

LE DOCTEUR WORMS

à qui je dois d'avoir voulu être interne.

Nous remercions tout particulièrement

le COLONEL SESTIER,

qui a bien voulu donner son accord à la collaboration
désintéressée des mathématiciens et des techniciens du
LABORATOIRE CENTRAL DE L'ARMEMENT (ARCUEIL).

Nous devons à leur aide et à leur extrême gentillesse
d'avoir pu réaliser ce travail dans les meilleures
conditions.

PLAN

INTRODUCTION : Objectif de cette étude

I - PRINCIPES DE LA METHODE UTILISEE

II - CONDITIONS DE L'EXPERIENCE ET METHODES DE MESURE

III - RESULTATS OBTENUS

- par une population de 59 sujets normaux
- par une population de 80 sujets atteints d'affections organiques cérébrales ou de troubles psychiatriques

IV - RESULTATS OBTENUS

par une population de 40 enfants normaux âgés de 3 ans 4 mois à 11 ans .

CONCLUSIONS

I - INTRODUCTION

Nous nous sommes proposés d'étudier les activités du cerveau humain normal et pathologique dans l'esprit de la cybernétique.

On sait que les méthodes fondamentales d'analyse de cette discipline sont - 1) La théorie de l'Information (inséparable du calcul des probabilités) qui étudie la transmission des messages.

- 2) La théorie des réseaux constitués par tout système de communication et qui conduit, sans conscience du vrai ou du faux, à une logique symbolique par mathématisation des liaisons observées.

En utilisant ces méthodes, nous avons donc la possibilité de réaliser une analyse objective, quantitative d'un comportement, et d'apprécier l'intervention des structures internes du mécanisme cérébral, la structure étant comprise en cybernétique comme une forme d'équilibre vers laquelle tend le développement d'un système.

Nous avons considéré le cerveau humain comme un système complexe dont nous ignorions à priori l'organisation mais qui, en tant que canal de communication de type récepteur - émetteur, était capable de manier des signaux.

Pour conduire rationnellement cette étude, il fallait avant tout, fixer conventionnellement le message communiqué, la forme du codage, et les méthodes permettant d'analyser le nouveau message transmis, c'est à dire l'entrée utilisée et la sortie à observer.

. Nous avons choisi pour message l'information maximale : la consigne de faire du hasard.

. L'information transmise en réponse à l'information reçue a été enregistrée par une perforatrice, en termes discontinus, mesurables quantitativement, et inscrits dans le cadre d'une structure spatiale,

cet enregistrement reproduisant sous forme de diagrammes le degré et la nature de la cohésion interne du système.

. La situation de lutte dans laquelle l'information reçue (information maximale, donc la plus difficile à transmettre) plaçait la machine cérébrale nous permettait enfin d'apprécier le degré de liberté de celle-ci.

En d'autres termes, nous avons cherché à faire la part du déterminisme relatif lié à la structuration et de la capacité-propre à tout système doué d'indépendance - d'introduire dans un comportement une certaine quantité d'aléatoire.

I - PRINCIPES DE LA METHODE UTILISEE

Avant d'aborder les modalités pratiques de réalisation de l'expérience choisie, il nous paraît nécessaire de rappeler rapidement les notions et les théories sur lesquelles elle se fonde, en particulier :

- 1) - la notion de hasard et le calcul des probabilités.
- 2) - la théorie de l'Information.

1) Le hasard et le calcul des probabilités.

Le hasard et le calcul des probabilités sont indissociables.

Le calcul des probabilités est d'ailleurs né de l'étude des jeux de hasard et durant les 2 premiers siècles de son histoire il ne fut qu'un calcul des chances. C'est Maxwell, le premier, qui l'utilisa comme instrument mathématique pour élaborer sa théorie de l'état gazeux. Dès lors le calcul des probabilités commença de jouer un rôle scientifique : on l'appliqua à l'étude de la nature.

A - Le calcul des probabilités repose sur une notion expérimentale: un événement qui doit se réaliser a la possibilité de se réaliser de diverses manières qui s'excluent mutuellement ; on dit que cet événement a plusieurs cas possibles (dans l'exemple classique du jeu de pile ou face, deux cas sont possibles). Ainsi l'événement est considéré dans le futur et sa répétition est une suite d'événements discontinus.

Le calcul des probabilités considère :

- la probabilité élémentaire (possibilité de survenue d'un cas possible parmi d'autres).
- la probabilité totale (somme des probabilités élémentaires des cas possibles considérés à priori comme favorables).
- la probabilité composée, (c'est à dire la dépendance ou l'indépendance de la réalisation des différents cas possible.)

B - A partir de ces éléments, le hasard est défini :

- par l'égalité des probabilités des cas possibles (égalité

qui n'est jamais qu'idéale),

- par l'indépendance des répétitions de l'événement.

C - Mais il faut distinguer formellement deux conceptions différentes du hasard.

- l'une repose sur la notion de probabilité mathématique : c'est la conception théorique

- l'autre est dépendante de la notion de probabilité statistique : c'est à cette conception que nous nous référerons, car seule elle a un sens expérimental et permet une prévision : la probabilité peut ici être assimilée à la notion de fréquence.

- La probabilité mathématique suppose que le nombre de répétitions de l'événement augmente indéfiniment. Lorsque le phénomène est régi par le hasard, la probabilité de tous les cas possibles tend alors à se rapprocher de leur probabilité élémentaire. (Ce sera dans le jeu de pile ou face par exemple : 0,5). En conséquence, un événement exceptionnel se produira peut être, mais il ne peut absolument pas être prévu tant sa probabilité est faible (c'est la loi des écarts d'après laquelle la probabilité d'un écart est d'autant plus faible que l'écart est plus grand). C'est le hasard idéal, qui est une notion limite.

- La probabilité statistique considère une longue suite d'épreuves mais elle peut être définie car le nombre de répétitions N de l'événement est connu. Plus ce nombre augmente, plus la probabilité statistique tend à rejoindre la probabilité mathématique.

La transposition graphique de ces 2 types de probabilité permet facilement de saisir ce qui les différencie.

La reproduction graphique du hasard mathématique tend vers l'horizontale. Cette horizontale peut être considérée comme une portion infime de la courbe en cloche de Gauss qui représente le hasard statistique et s'aplatit d'autant plus que les répétitions de l'événement sont plus nombreuses.

Pour l'esprit humain, rien n'est plus étranger que le hasard . La seule conception qu'il puisse en avoir est une conception négative : c'est l'absence de toute forme, de toute organisation .

Nous ne saurions, en effet, percevoir, penser, décider ni agir au hasard ; le propre du comportement humain est de comporter des liens significatifs entre ses différents termes. Même une séquence de choix établi par un enfant très jeune porte la marque d'un pattern.

Cette disposition "anti-hasard" peut d'ailleurs être transposée et comprise en termes plus généraux : notre vie mentale se caractérise par une recherche constante de signification, par un effort implicite ou explicite pour donner un sens à notre existence, au monde extérieur aussi bien qu'à notre propre expérience.

Ainsi, ni la connaissance des lois du hasard, ni la volonté ne permettent à l'esprit humain d'imiter le hasard. Aucun procédé rationnel ne saurait y parvenir. La seule façon de réussir cette imitation serait de ne tenir aucun compte des choix précédents au moment de décider d'un choix immédiat, c'est à dire de se comporter comme la roulette qui n'a ni "conscience ni mémoire". Or conscience et mémoire sont précisément impliquées dans la notion d'homme normal.

2) Théorie de l'Information.

On sait que la théorie de l'Information a été élaborée par Shannon et Weaver, dans le but de résoudre certains problèmes de communication téléphonique. Mais rapidement son champ d'action s'est étendu à de nombreux autres domaines et en particulier elle a été appliquée aux problèmes d'ordre psycho-physiologique - tels que la perception, le langage, l'apprentissage.

- Rappelons tout d'abord que le mot information est pris ici dans un sens très différent de celui qu'il reçoit dans le langage courant.

Habituellement on dit que l'on reçoit beaucoup d'information quand on reçoit beaucoup de nouvelles.

Ici nous dirons que nous recevons beaucoup d'information quand la nouvelle est inattendue ou improbable.

Ainsi, le sens du mot information est précisément le contraire du sens usuel sémantique.

- . La théorie de l'information considère toujours des groupes de possibilités (elle affecte ainsi d'étroits rapports avec le calcul des probabilités).
- . La donnée élémentaire de la théorie de l'information est la suivante :

- Si la probabilité d'un signal, choisi parmi de nombreux signaux possibles, est grande, l'information émise au moment de son apparition est faible.

- Au contraire, un signal de probabilité faible produit en se réalisant une grande quantité d'information.

D'une manière générale, la quantité d'information est donc fonction décroissante de la probabilité.

L'unité d'information, que l'on exprime en logarithme de base 2, est le "bit". Elle est définie comme l'information apportée par l'un des 2 symboles équiprobables dans le système de la numération binaire.

Information moyenne - information maximale - information relative -

Redondance.

La quantité d'information mettant en jeu des états successifs de la source d'information, c'est à dire une séquence d'événements possibles, deux cas doivent être considérés.

- 1 - Ces états peuvent être indépendants, c'est à dire que la probabilité d'occurrence d'un signal à un moment donné est indépendant de la séquence antérieure des signaux apparus.

a) L'information moyenne maximale de la séquence est alors émise lorsque tous les éléments du message ont des probabilités égales. C'est en effet l'équi-partition qui fournit le maximum de choix. Si un événement présente une probabilité d'occurrence très faible et apporte ainsi beaucoup d'information, c'est uniquement parce que, à son détriment, d'autres événements sont beaucoup plus fréquents et en apportent très peu.

b) Si les symboles utilisés dans la séquence ne sont pas équi probables, la quantité d'information moyenne sera réduite. Cette quantité d'information réduite peut être comparée à l'information maximale qui serait transmise si tous les symboles étaient équi probables. Ce rapport définit la quantité d'information relative. Sa grandeur complémentaire, c'est la Redondance ou contrainte.

- La redondance est nulle si l'information moyenne est maximale.
- A l'opposé, si toutes les probabilités des différents symboles sont nulles sauf 1 qui égale l'unité, la redondance est maximale : il n'y a plus d'incertitude. La quantité d'information transmise est nulle

La redondance est donc une valeur qui peut varier de 0 à 1. Elle exprime l'originalité du message, celle-ci étant d'autant plus grande que la redondance est plus faible.

- 2 - Mais les états successifs de la source peuvent ne pas être indépendants, ce qui nous conduit à envisager les probabilités polygrammatiques, alors que nous n'avions jusqu'ici considéré que les probabilités monogrammatiques, c'est à dire la seule probabilité des symboles assemblés selon leur probabilité d'occurrence respective.

Lorsque les différents symboles d'une séquence ne sont pas indépendants, la probabilité d'un événement devient fonction de l'événement précédent := Cette fois encore l'incertitude est réduite, et une certaine redondance apparaît.

Celle-ci peut être précisée en combinant la probabilité d'occurrence d'un symbole considéré isolément (monogramme) et la probabilité d'occurrence d'une séquence de 2 éléments (bigrammes). En introduisant progressivement les probabilités liées, il devient possible d'estimer la redondance pour des séquences de 3 éléments (trigrammes) 4 éléments etc... et ainsi la redondance moyenne d'un message comportant un nombre donné de signaux. Cette redondance des probabilités polygrammatiques témoigne d'une organisation, d'une structure qui peut donc être quantifiée.

Nous avons vu que la longueur du message au sein d'un répertoire donné devait obligatoirement être prise en considération pour connaître la quantité d'information transportée .

La valeur de l'information dépend en effet du nombre de choses qui auraient pu arriver et ne sont pas arrivées.

La quantité d'information croît en fonction du nombre de choix possibles, mais proportionnellement au logarithme de ce nombre de choix.

Ainsi, l'apparition d'un événement appartenant à un ensemble de 10 choix possibles ne donnera que la moitié de la quantité d'information fournie par l'apparition d'un événement parmi 100 cas possibles et seulement le $1/3$ si 1000 choix sont possibles.

Analyse qualitative :

La théorie de l'information permet de dépasser une analyse purement quantitative, pour explorer la notion de "forme", définie comme "l'ensemble d'un groupe d'éléments qui n'est pas le produit d'un assemblage au hasard".

- Toute forme est le premier élément d'une structure et, comme telle, témoigne de l'emprise de l'organisation et de la signification sur le hasard. Cette extension de la théorie de l'information à la notion de forme conduit à considérer le degré de périodicité d'un phénomène. Un phénomène est dit périodique quand il se reproduit semblable à lui-même, au bout d'un intervalle appelé période.

- Si il existe une seule période, il est possible de prévoir indéfiniment la forme du comportement et de le connaître totalement : c'est le déterminisme.

- Mais s'il existe plusieurs périodes, un certain taux d'incertitude s'introduit dans le comportement. Une prévisibilité d'aspect statistique reste néanmoins possible.

Le degré de périodicité d'un phénomène est lié à la valeur de la redondance, et témoigne d'une structuration. Celle-ci est due à l'existence d'un mécanisme régulateur dont la présence dans le canal de communication

accroît la probabilité que la répétition se produise en un point donné du système. Le propre d'un régulateur est de réduire la quantité d'information transmise par un procédé de sélection.

L'existence d'une forme apparaît ainsi comme appréhensible et mesurable, qu'elle soit spatiale ou temporelle, puisque le processus d'exploration de l'extension spatiale à l'extension temporelle .

La notion de forme implique celle de mémoire : la mémoire étant définie comme "l'impact de l'histoire de l'individu sur son comportement actuel". La constitution, à partir d'événements isolés, de règles générales d'aspect aléatoire, c'est à dire non totalement contraignantes mais qui cependant régissent la structuration des messages met en jeu une forme de mémoire élémentaire dont le rôle est d'enregistrer la simultanéité répétée de la présentation de 2 événements. Ainsi se crée le mécanisme qui prépare l'organisation ultérieure du système que fixera la mémoire dite "structurante".

Pour étudier la forme d'un message, il faut tout d'abord définir son contenu logique.

Ceci est possible en considérant les messages réalisés par un grand nombre d'individus appartenant à un même groupe, c'est à dire possédant la même organisation. Leurs patterns communs peuvent être définis statistiquement.

Cette première étape laisse cependant persister une marge d'incertitude. Il existe en effet un champ de liberté qui laisse place à un autre type de message = c'est le champ des variations individuelles, indépendant du contenu sémantique universel.

La partie individuelle de l'information est aléatoire et sa valeur constitue une mesure de l'originalité propre d'un message ou d'un comportement (originalité qui s'oppose à la signification). Plus cette originalité individuelle est grande, plus elle est capable de compenser la redondance due à la structure obligée du sujet normal.

Cette originalité, cette capacité de variation peut être considérée comme une force car, nous l'avons vu, il est beaucoup plus facile pour

l'esprit humain d'appréhender des symboles définis que les règles aléatoires.

°
° °

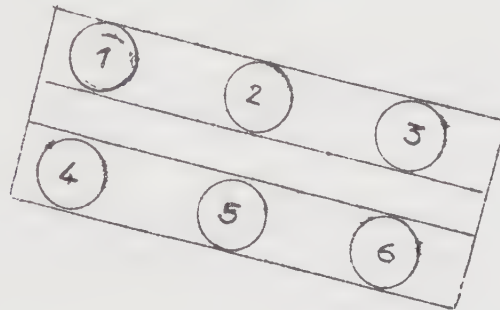
Ce bref rappel de la théorie de l'information suffit à expliquer que nous l'ayons jugée une méthode particulièrement intéressante à utiliser dans notre étude . Elle nous permettait l'analyse objective d'un comportement sous ses différents aspects .

°
° °

- II -

CONDITIONS DE L'EXPERIENCE ET METHODES DE MESURE

Pour réaliser notre expérience nous avons utilisé une perforatrice I.B.M. comportant 6 touches disposées en 2 rangées de 3 -cf schéma ci contre.



A ces touches, correspondaient des numéros de 1 à 6 mais ceux ci n'étaient pas connus du sujet. Ainsi, aucune signification n'influ-
ençait le comportement, si l'on excepte la disposition spatiale des touches, qui seule les différenciait les unes des autres.

- Le sujet était prié de frapper avec 1 doigt sur les touches, "comme au hasard et en évitant de faire des séries". Cette consigne a été adaptée aux cas particuliers 1) des sujets aphasiques dont la compréhension était perturbée : on donnait alors la consigne à l'aide d'un exemple concret, l'expérimentateur frappant les touches en désordre et faisant ensuite comprendre par gestes ce qu'il ne fallait pas faire en tapant toujours dans le même ordre. 2) des enfants : la consigne a été traduite en termes adaptés à leur niveau de compréhension: il leur était demandé de taper en désordre, dans n'importe quel sens, pas toujours de la même façon.

- Le sujet n'était pas prévenu du nombre de frappes qu'on allait exiger de lui :

1) Les sujets adultes frappaient 1600 fois consécutives perforant ainsi 20 cartes de 80 perforations chacune.

2) Les enfants frappaient seulement 800 fois (10 cartes) pour ne pas faire intervenir un élément de lassitude ou de fatigue qui a été estimé une cause d'erreur possible.

- Le rythme de frappe était laissé libre, mais le temps de l'expérience était relevé par l'expérimentateur.

Ces cartes perforées fournissaient un enregistrement du comportement du sujet en termes discontinus et consécutifs. Elles étaient alors soumises à un programme d'analyse enregistré sur ordinateur I.B.M., qui relevait les éléments suivants.

- Les intervalles utilisés entre 2 frappes de la même touche c'est à dire les gaps.

- La quantité d'information moyenne fournie par la frappe de l'ensemble des touches considérées isolément (monogrammes) et par les différentes séquences de 2 - 3 - 4 et jusqu'à 10 touches consécutives (bigrammes, trigrammes, quadrigrammes, etc..).

- La fréquence de sortie de chacune des 6 touches et les fréquences les plus élevées jusqu'à 16 éventuellement des différentes séquences (bigrammes, trigrammes, etc...)

A partir de ces éléments fournis par le programme, il a été possible d'extraire les résultats suivants.

1) Courbe récapitulative des gaps.

- En additionnant les différents intervalles séparant 2 frappes de la même touche on construisait la courbe des gaps pour une touche donnée c'est à dire la courbe représentant les fréquences des différents intervalles pour la touche 1 puis pour la touche 2 etc.

- L'addition de ces 6 courbes aboutissait à la courbe récapitulative des gaps c'est à dire à un graphique reproduisant les fréquences de tous les intervalles de 1 à 10 utilisés par le sujet entre 2 mêmes touches, sans plus tenir compte des numéros des différentes touches.

Cette courbe pouvait aisément s'interpréter en considérant les cas extrêmes; c'est à dire le hasard et la certitude.

- Si le sujet avait réparti ses intervalles de façon équiprobable la courbe obtenue devait être plate tendant à se rapprocher de l'horizontale, les fréquences de chaque intervalle étant égales. Le sujet aurait réalisé le hasard au sens statistique.

- Par contre, si le même intervalle était toujours utilisé, l'un des cas tendait à avoir une fréquence proche de l'unité et corrélativement, la fréquence des autres intervalles tendait vers 0. La courbe se rapprochait donc en ce cas de la verticale (probabilité = 1 d'un intervalle donné) signant le déterminisme.

Ainsi, selon la forme de la courbe, le comportement pouvait être interprété comme tendant vers l'un ou l'autre de ces cas extrêmes.

2) La quantité d'information moyenne.

- Etant donné que le nombre de cas possibles était fixé à 1600 il était possible de connaître la quantité d'information maximale qu'aurait fournie la suite des frappes si elles avaient été équiprobables et indépendantes.

- La quantité d'informations moyenne des monogrammes, fonction de l'équi-partition des touches, égalait 2,58 bits si l'équi-partition était parfaite.

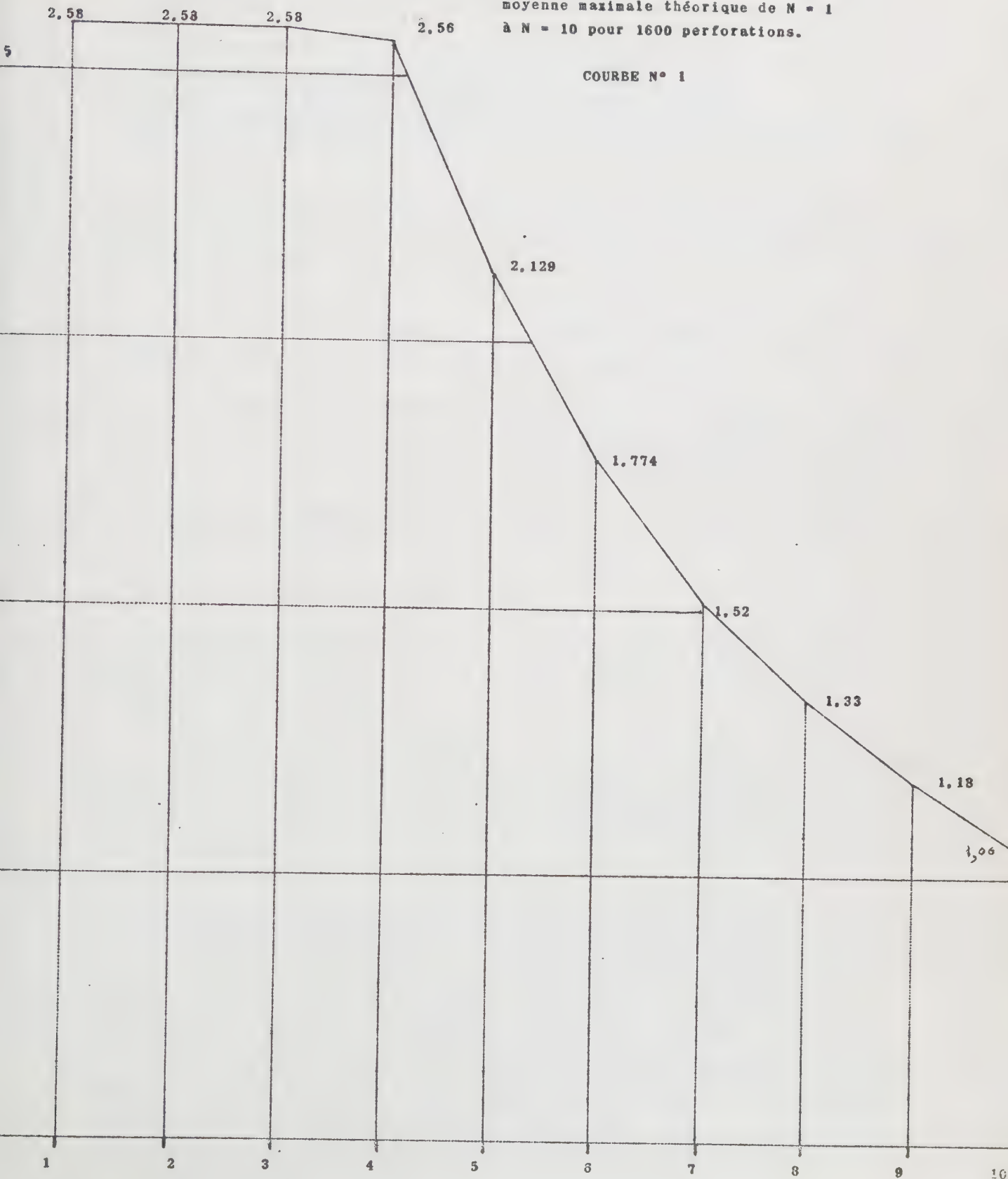
- La quantité d'information moyenne des bigrammes, maximale en cas d'équiprobabilité et d'indépendance des 2 termes d'une séquence de 2 frappes : 2,58 ; celle des trigrammes 2,58 ; des quadrigrammes 2,56 ; des pentagrammes 2,13 ; des hexagrammes 1,77 ; des septagrammes 1,52 ; des octogrammes 1,33 ; des nonagrammes 1,18 et des décagrammes 1,06.

(Courbe n° 1)

Cependant à partir des séquences de 5 la quantité d'information moyenne n'a plus la même valeur : en effet, le nombre de séquences possibles par rapport à l'ensemble des choix possibles est trop faible.

Valeurs de la quantité d'information
moyenne maximale théorique de $N = 1$
à $N = 10$ pour 1600 perforations.

COURBE N° 1



3) Fréquences de sortie des différentes touches et des différentes séquences.

Nous avons extrait des données du programme.

- La fréquence du monogramme le plus souvent utilisé
- la fréquence maximale relevée pour une séquence de 2 touches etc. (bigrammes, trigrammes etc..).

La fréquence à laquelle aurait conduit l'équipartition et l'indépendance des différentes frappes pouvait être facilement calculée puisque le nombre de cas possibles était connu.

. En effet pour la frappe d'une touche, 6 cas étaient possibles. Chaque touche devait sortir $1600 : 6 = \underline{266,6}$ fois.

. 36 séquences de 2 touches étaient possibles (la probabilité composée étant égale au total des probabilités élémentaires multipliées l'une par l'autre) : chaque séquence devait être réalisée 44,4 fois.

. Pour les séquences de 3, 216 combinaisons étaient possibles. La fréquence devait être $1600 : 216 = \underline{7,39}$.

. Pour les séquences de 4, 1,2.

. Et à partir des séquences de 5 l'idéal proposé du hasard devait aboutir à ce qu'aucune séquence ne soit répétée, donc à ce que la fréquence soit toujours 1.

Aussi la fréquence maximale des différentes séquences permettait d'apprécier grossièrement dans quelle mesure le comportement du sujet s'était écarté de l'équiprobabilité et de l'indépendance des éléments des séquences.

4) Nous avons ensuite construit un diagramme des bigrammes à partir des fréquences les plus élevées des séquences de 2 frappes, sur un schéma reproduisant la disposition des touches de la machine, en tenant compte de leurs différentes fréquences arrondies à 50, 100 et 150. Nous reproduisions ainsi la structuration spatiale du comportement du sujet et nous pouvions apprécier la modalité structurale dont relevait la contrainte observée au niveau de la quantité moyenne d'information et de la fréquence maximale des bigrammes.

Ce résultat d'une très grande importance témoigne de la possibilité (dont nous avons parlé précédemment) d'utiliser la théorie de l'information et le calcul des probabilités pour étudier la notion de forme et de structure.

La corrélation entre la représentation spatiale du comportement et son degré de redondance est un des sujets essentiels de notre étude.

- III -

RESULTATS

1 - ETUDE STATISTIQUE DE 59 SUJETS NORMAUX.

Puisque notre étude porte sur un comportement aléatoire, sur un système trop grand dont toutes les variables ne peuvent être contrôlées, l'analyse d'un cas particulier ne permet aucune conclusion. Les résultats obtenus doivent être traités par la méthode statistique qui permet de décrire le comportement le plus fréquent comme celui de l'individu moyen et d'apprécier les variations ou écarts constatés par rapport à ce comportement le plus probable défini comme normal. L'étude statistique de nos 59 sujets normaux a effectivement mis en évidence la probabilité très élevée d'un certain type de comportement; les écarts par rapport à ce comportement moyen sont peu nombreux et en règle de faible importance. Notre description d'un comportement type repose ainsi sur des bases valides.

a) La courbe récapitulative des gaps offre des caractères communs indiscutables.

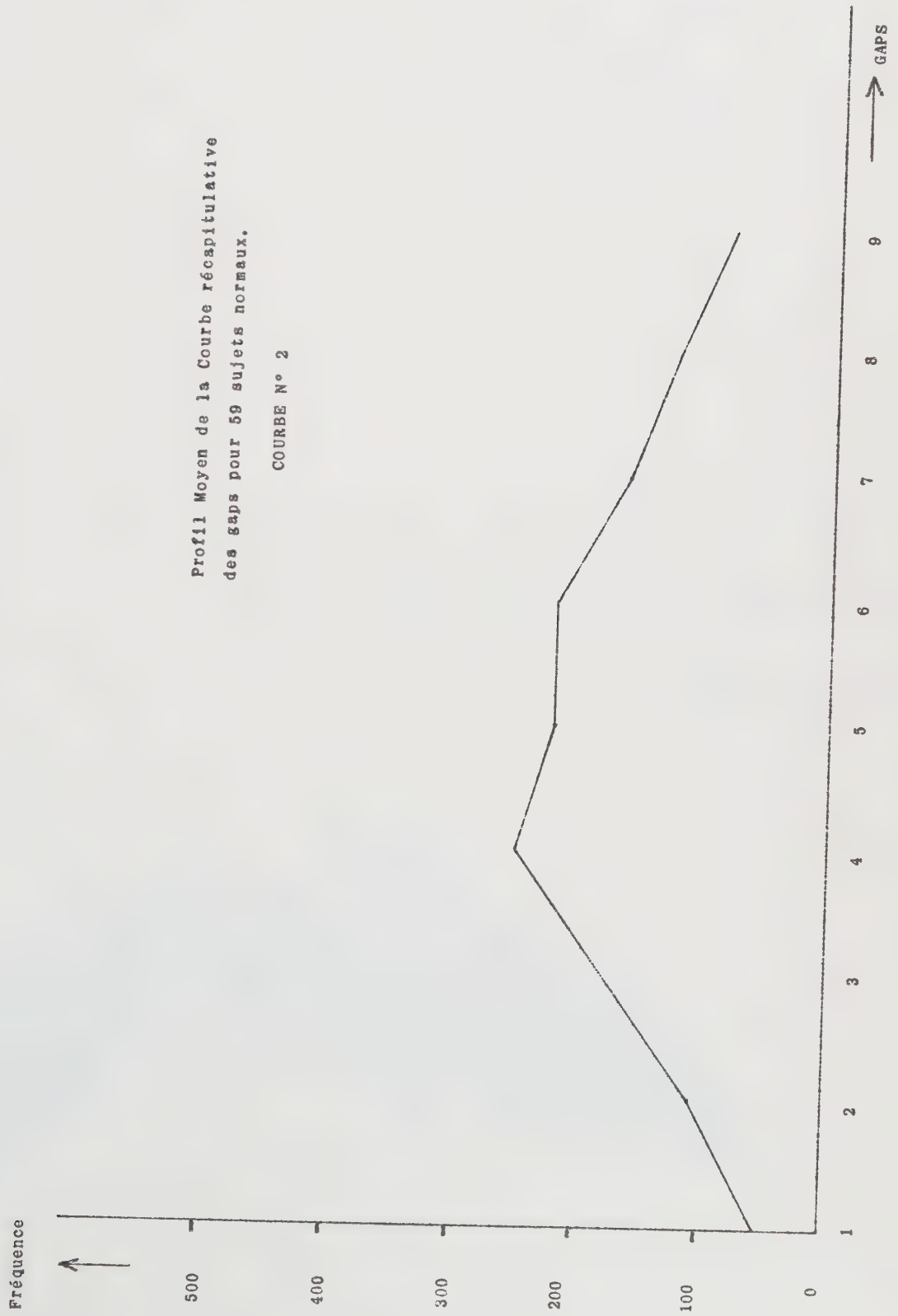
- Si l'on trace son profil moyen on s'aperçoit qu'il revêt une forme rappelant un peu une courbe de Gauss assez aplatie (Courbe N°2)
• Le point le plus élevé de la courbe se situe au niveau de l'intervalle 4 qui est utilisé avec une fréquence moyenne de 250.
• Les intervalles 5 et 6 ont tous deux une fréquence de 225.
• L'intervalle 3 une fréquence de 175.

- En reportant sur le même graphique les courbes réalisées par tous les sujets, leur ressemblance peut être plus précisément mise en évidence (fig.N°3).

• Le groupement est très net pour le gap 9,7,5,4 et 3.
• Les écarts les plus grands et les plus nombreux sont relevés pour le gap 6.

Profil Moyen de la Courbe récapitulative
des gaps pour 59 sujets normaux.

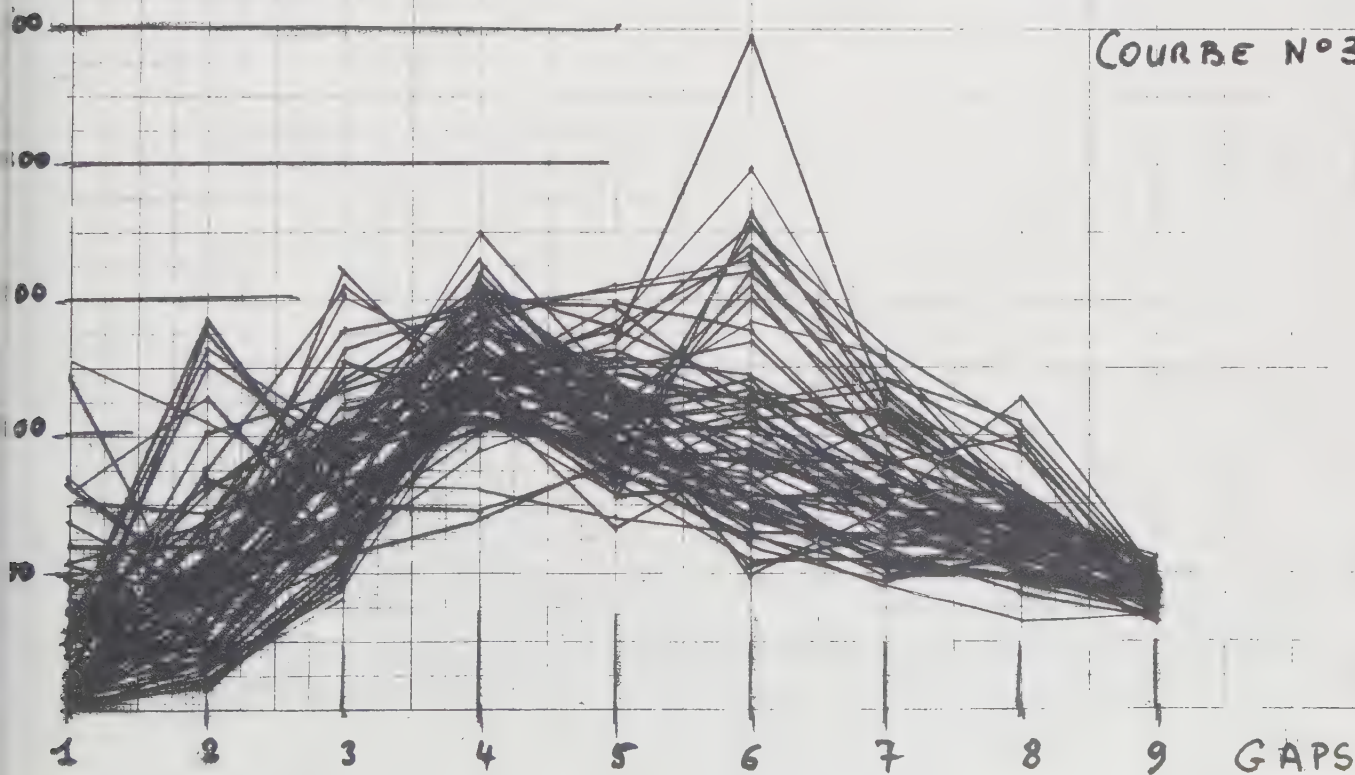
COURBE N° 2



REPRODUCTION DES COURBES DES
GAPS DES 59 SUJETS NORMAUX

freq.

COURBE N°3



. Des écarts relativement fréquents existent également pour les gaps 1 et 2, mais leur amplitude est nettement moins grande.

b) La quantité d'information moyenne des 59 sujets normaux ne se répartit pas symétriquement : nous avons donc été conduits à la traiter par la méthode de la médiane et des quartiles.

Les valeurs obtenues sont les suivantes pour la médiane :

pour N = 1 la quantité d'information est de 2,56

N = 2 la quantité d'information est de 2,38

N = 3 " " " 2,18

N = 4 " " " 1,99

5 " " " 1,82

6 " " " 1,63

7 " " " 1,44

8 " " " 1,29

9 " " " 1,16

10 " " " 1,06

En fixant les valeurs du quartile supérieur et du quartile inférieur on voit que 50 % de la population normale se répartit entre les valeurs de

2,57 et 2,53 pour N = 1

2,42 et 2,28 N = 2

2,26 et 2,05 N = 3

2,09 et 1,85 N = 4

1,89 et 1,69 N = 5

1,68 et 1,54 N = 6

1,48 et 1,38 N = 7

1,32 et 1,24 N = 8

1,17 et 1,13 N = 9

1,06 et 1,03 N = 10

- Ainsi, il existe une redondance faible pour les monogrammes qui s'accroît progressivement jusqu'aux séquences de 5 touches consécutives.

- Si la redondance apparaît ensuite moins importante et devient nulle pour les séquences de 10, il ne s'agit que d'une apparence. A partir des séquences de 5, nous l'avons dit, la quantité d'information ne peut plus avoir de valeur au sens de la théorie de l'information. Elle constitue cependant un indice valable du comportement ainsi qu'en témoignent les chiffres très différents qu'obtiendront les sujets pathologiques. Sa signification précise ne peut néanmoins pas être connue dans le cadre limité de notre étude.

Les valeurs extrêmes qui ont été notées sont d'autre part

2,58 et 2,49 pour $N = 1$

2,53 et 2,11 $N = 2$

2,49 et 1,80 $N = 3$

2,34 et 1,58 pour $N = 4$

2,06 et 1,42 pour $N = 5$

1,76 et 1,30 $N = 6$

1,52 et 1,19 $N = 7$

1,34 et 1,09 $N = 8$

1,19 et 1,01 $N = 9$

1,06 et 0,94 $N = 10$

La courbe n°4 permet d'apprécier la dispersion pour les valeurs extrêmes. Il apparaît ainsi qu'un nombre très réduit de sujets normaux ont eu des résultats aberrants par rapport à l'ensemble du groupe. La majeure partie de la population est groupée entre des valeurs extrêmes bien moindres que celles que nous avons notées.

c) Fréquence maximale de sortie des différents Ngrammes.

Le tableau n°5 donne les chiffres des fréquences maximales relevées pour la médiane, les quartiles supérieur et inférieur, et les fréquences extrêmes.

Ainsi les sujets normaux réalisent des séquences dont la fréquence s'éloigne nettement de celle que nous avons prévue pour un comportement "au hasard" .

COURBE N° 4

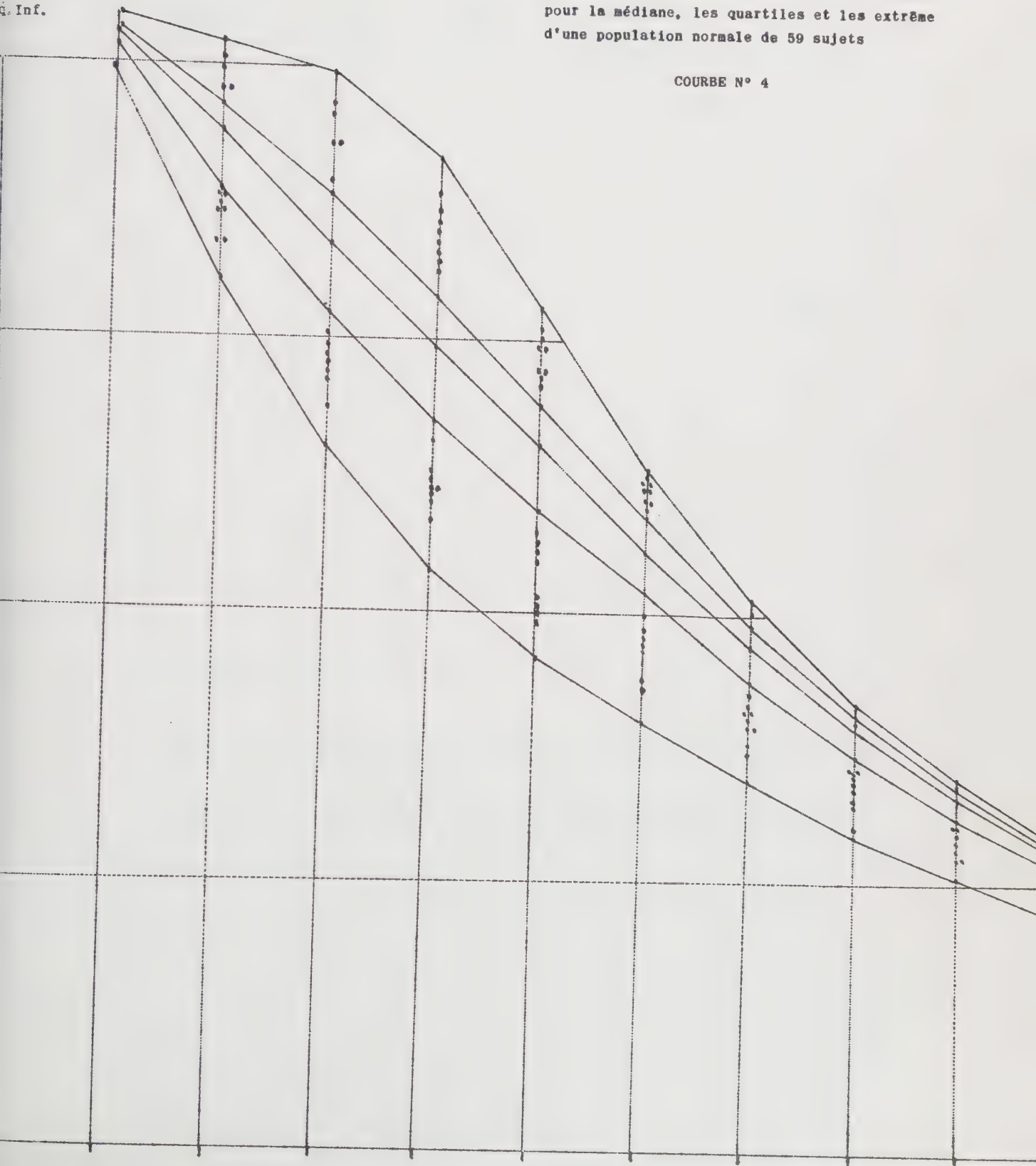


TABLEAU N° 5

N =	EXTR. SUP.	Q. SUP.	MEDIANE	Q. INF.	EXTR. INF.
1	288	333	361	388	469
2	76	112	125	153	213
3	22	46	58	77	144
4	9	25	36	51	111
5	4	14	21	31	82
6	3	9	15	23	74
7	2	6	10	19	48
8	2	4,5	6	14	45
9	1	3,5	5	10	35
10	1	2,5	4	8	32

TABLEAU DES FREQUENCES MAXIMALES DE SORTIE DES N GRAMES POUR
LA MEDIANE , LES QUARTILES ET LES EXTREMES d'une population
normale de 59 sujets.

Ces fréquences maximales ont une forte corrélation avec les valeurs de la quantité d'information. Cette corrélation n'est cependant pas parfaite puisque les fréquences autres que la fréquence maximale ne sont pas prises en considération. L'étude précise du degré de corrélation entre les deux résultats, quantité moyenne d'information et fréquence maximale d'un Ngramme offrirait certainement la possibilité d'une analyse plus fine du comportement.

Ainsi, la courbe des intervalles, la quantité moyenne d'information, la fréquence maximale de sortie des Ngrammes sont des mesures qui aboutissent toutes à mettre en évidence l'impossibilité pour le sujet de "faire du hasard". Mais les performances d'un sujet, selon qu'elles tendent vers un déterminisme relatif ou une meilleure approche du hasard, permettent l'appréciation de capacités individuelles.

Pour illustrer cette incapacité d'agir au hasard, et pour juger de l'attitude variable adoptée par le sujet qui tente d'échapper à une situation insoluble, nous rapporterons quelques uns des commentaires qui nous ont été faits à la fin de l'expérience.

- "C'est impossible de faire du hasard; on est influencé par ce qu'on vient de faire; il faudrait oublier ce qu'on vient de taper".

- "Il me vient des images géométriques dans la tête et il m'est très difficile de lutter contre elles".

- "J'avais conscience de faire des triangles isocèles; je les voyais et essayais de les éviter".

- "Les séries ce n'est pas facile de les éviter".

- "J'ai éprouvé une tendance permanente à faire des séries triangulaires; j'ai réagi en faisant brusquement des allers et retours; mais à la fin, il m'était impossible d'inventer des circuits nouveaux".

- "J'ai nettement conscience de faire dans un ordre déterminé et je n'y peux absolument rien; ce n'est pas possible de faire du hasard; cela fait une figure qui finit par se stéréotyper" .

Parmi ces sujets qui ont eu conscience de la difficulté de la lutte, le plus grand nombre a cherché à faire du hasard volontairement, en tapant lentement et avec une grande attention. Ces sujets ont réalisé des performances supérieures.

Certains sujets se sont comportés tout autrement.

"Oui, je crois vraiment avoir fait du hasard" a conclu l'un d'eux. Cette inconscience s'accompagnait en règle d'un rythme très rapide, le sujet pensant qu'il parviendrait à faire du hasard dans la mesure ou il ne ferait pas attention. Le résultat de cette attitude a été des performances médiocres ou même très faibles.

Dans de très rares cas toutefois, il semble bien que l'originalité profonde du sujet a pu abouti spontanément à un comportement très varié, en dépit de l'absence de tout effort.

De même que les efforts certains d'autres sujets ont été impuissants à lutter efficacement contre une personnalité un peu obsessionnelle ou tout simplement marquée par la banalité.

Il que, si une attitude consciente et volontaire ne permet pas d'aboutir à "faire du hasard", elle permet toutefois de s'en approcher davantage que l'attitude qui consiste en l'absence d'attention et de "vouloir faire" : cette modalité de comportement conduit en effet le sujet à être submergé par l'automatisme.

d) Etude de la disposition spatiale.

Nous avons analysé la structuration spatiale du comportement en fonction d'un certain nombre de critères tous basés sur la disposition des bigrammes et sur leur fréquence.

- la répétition de la ligne médiane dans les deux directions possibles

- le nombre de séquences disposées en diagonale
- la direction de ces diagonales
- leur nature, à savoir le nombre de diagonales courtes explorant une moitié de l'espace et le nombre de diagonales longues explorant l'espace entier, le rapport de ces 2 fréquences nous ayant paru assez caractéristique ;
- les séquences répétées à la périphérie de l'espace
- la corrélation entre le nombre de séquences périphériques et le nombre de segments périphériques non soulignés (trous périphériques).
- le rapport entre les séquences périphériques et les séquences diagonales.
- Enfin l'exploration de l'espace a été étudiée en fonction de la direction verticale ou horizontale préférentielle.
- et en fonction de la répartition plus fréquente des séquences dans la moitié droite ou dans la moitié gauche de l'espace.

Les résultats de cette analyse du comportement spatial normal peuvent se résumer ainsi :

- La constance d'une grande fréquence des bigrammes disposés selon la ligne médiane et ceci dans les deux sens est très caractéristique
 - 98,4 % des sujets ont réalisé une double ligne médiane
 - 1,61 % a tracé une seule ligne médiane
 - et aucun sujet ne l'a omise.
- La fréquence moyenne des diagonales a un maximum pour 4 diagonales, résultat obtenu par 28,8 % de la population. La fréquence de 3 diagonales vient en second rang.

Il apparaît que les diagonales extrêmement fréquentes ou extrêmement rares ne sont pas observées chez le sujet normal ou du moins de façon exceptionnelle:

9 diagonales	=	1,69 %
0 "	=	1,69 %
1 "	=	3,27 %.

Dans l'ensemble ce sont les fréquences 3 - 4 - 5 ou 6 diagonales qui sont caractéristiques de la population normale puisqu'elles sont réalisées par 77,8 % des individus. (tableau 5 bis)

- Direction des diagonales.

En rapportant les chiffres obtenus à 100 sujets on s'aperçoit que le mouvement de gauche à droite en montant et de droite à gauche en descendant est réalisé 327,11 fois, (de gauche à droite en montant 176,27 fois, de droite à gauche en descendant 150,84 fois). Par contre les mouvements opposés de droite à gauche en montant et de gauche à droite en descendant ne totalisent que 100 fois, (de gauche à droite en descendant 52,55 et de droite à gauche en montant 47,45).

Ces chiffres traduisent le geste normalement le plus fréquent de tout sujet droitier qui a tendance spontanément, comme dans l'écriture inclinée à faire un mouvement alternatif G.D. en montant et D.G. en descendant.

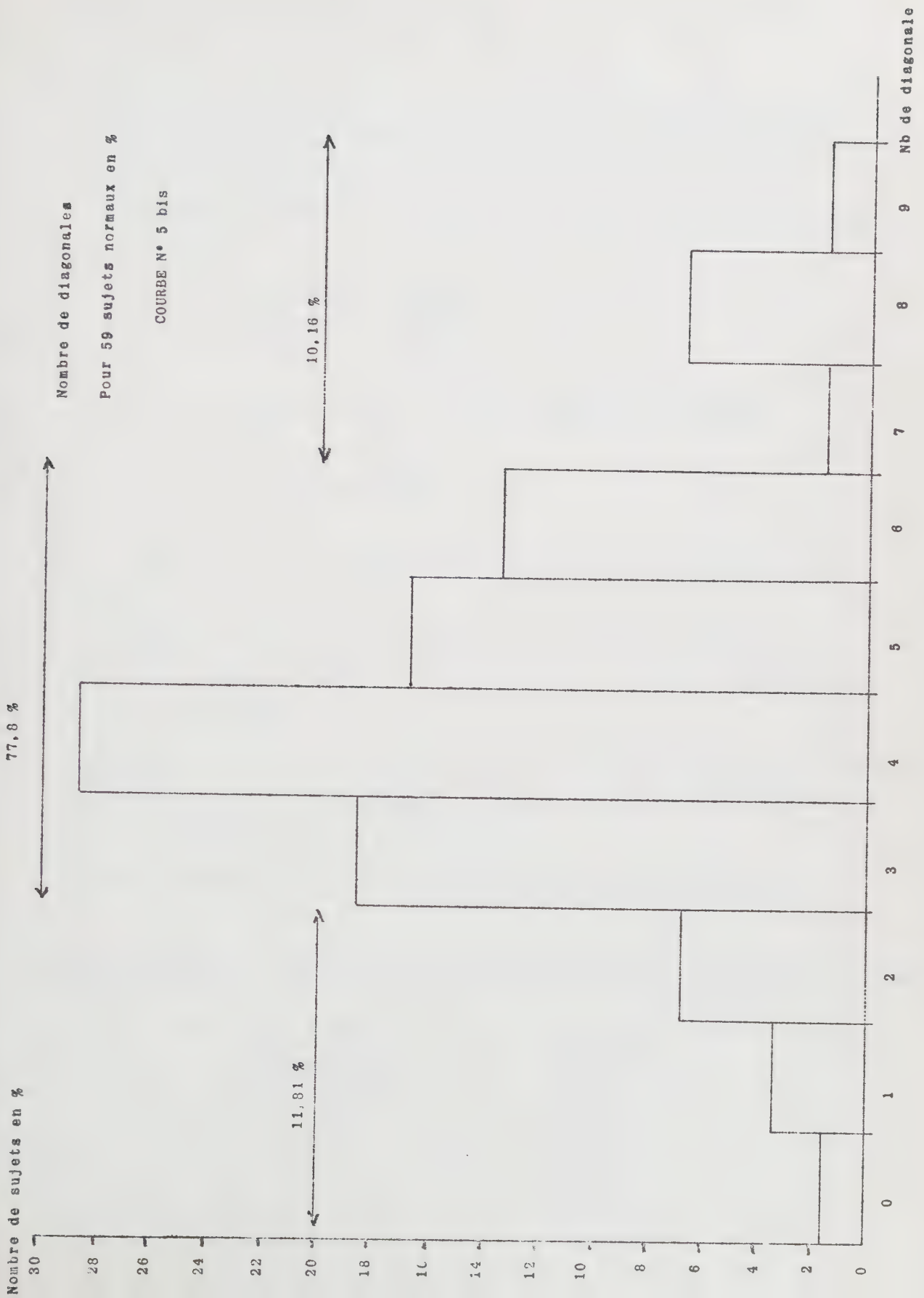
Les diagonales dirigées dans les autres sens peuvent être considérées comme le témoignage de l'effort partiellement réussi du sujet pour échapper à sa structuration normale.

- Longueur des diagonales.

Les chiffres rapportés à 100 sujets sont les suivants :

374,57 diagonales courtes
59,32 diagonales longues

Le rapport de ces deux nombres indique que les diagonales courtes sont 6,3 fois plus fréquentes que les diagonales longues. Ce fait n'est d'ailleurs que le corollaire de la fréquence de soulignement de la ligne médiane. Les sujets repassant toujours préférentiellement par elle n'ont pas tendance à explorer l'espace directement d'une extrémité à l'autre.



- Les séquences répétées disposées à la périphérie de l'espace.

Au total (courbe 5 ter)

- Le sujet normal dispose en moyenne entre 600 et 250 séquences à la périphérie (51 sujets sur 59) avec un maximum pour 450 - 400 et 350 (31 sujets)
- 4 sujets seulement ont souligné la périphérie plus de 600 fois, à savoir :
 - 2 sujets : 650 fois
 - 1 sujet : 750 fois
 - 1 sujet : 850 fois
- 2 sujets seulement l'ont soulignée moins de 250 fois :
 - 1 sujet 150 fois
 - 1 sujet 50 fois

Si on étudie, la répartition de ces séquences périphériques, on note que :

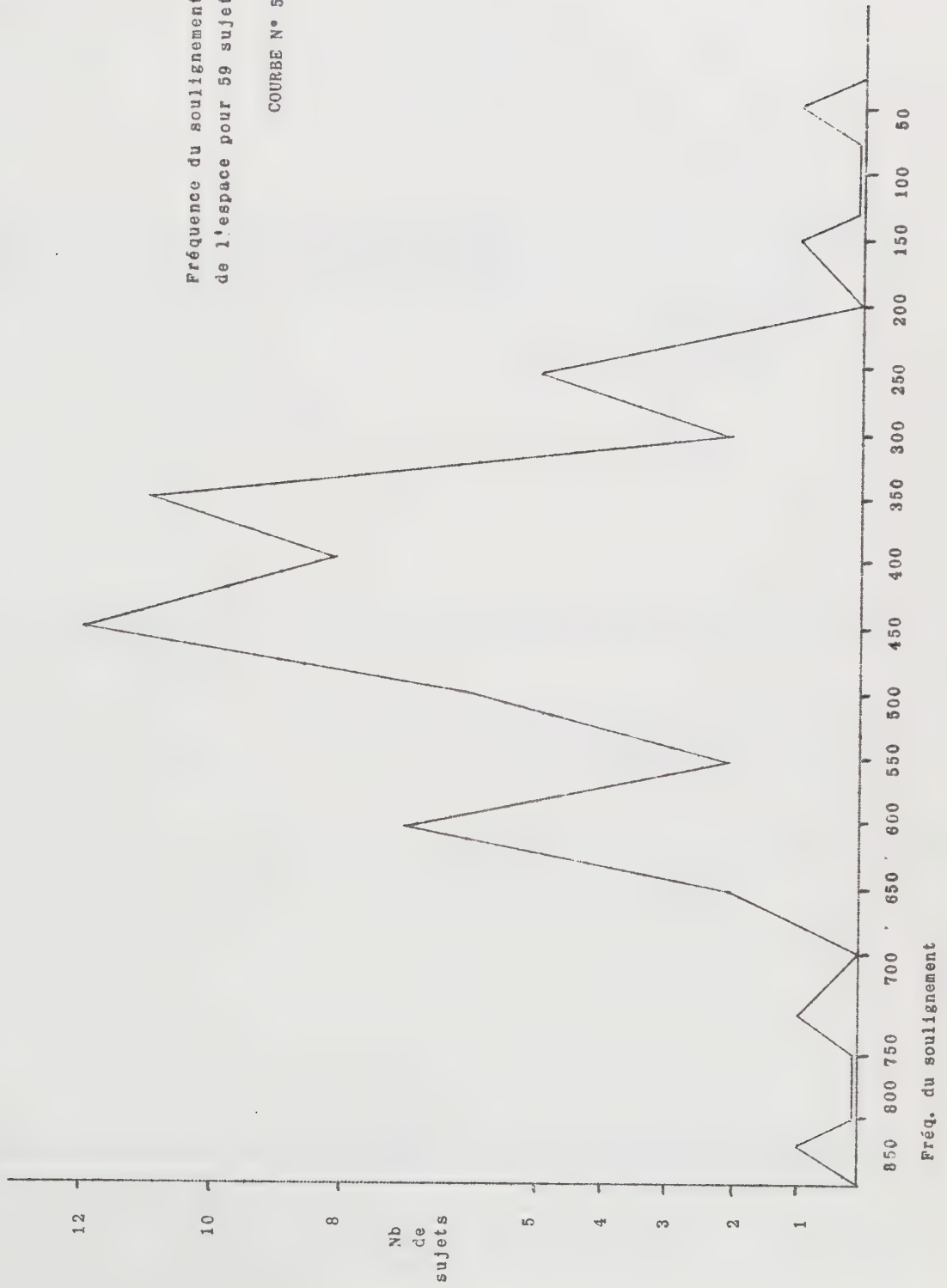
- 2 sujets seulement ont souligné en double toute la périphérie (tous deux avaient tracé 2 lignes médianes, et l'un 2 diagonales, l'autre 1 diagonale).
- 19 sujets ont souligné intégralement la périphérie avec un mélange de séquences simples ou doubles (tous ces sujets avaient tracé 2 lignes médianes et de 2 à 6 diagonales).
- Donc 38 sujets sur 59 ont laissé des "trous périphériques".

- Le nombre de côtés soulignés en double se répartit de la façon suivante

aucun côté double	2 sujets
1 côté double	11 sujets
2 côtés doubles	19 sujets
3 " "	12 sujets
4 " "	9 sujets
5 " "	4 sujets
6 " "	2 sujets.

Fréquence du soulignement de la périphérie
de l'espace pour 59 sujets normaux

COURBE N° 5 ter



- Le nombre de "trous périphériques"

0	21 sujets
1	16 sujets
2	16 sujets
3	4 sujets
5	2 sujets

- L'étude de la corrélation entre le nombre de séquences périphériques doubles et le nombre de trous périphériques met en évidence la tendance à une répartition équilibrée. Il n'y a pratiquement pas de corrélation négative entre ces deux tendances - cf tableau.

(tableau n°6)

- Corrélation entre l'intensité du soulignement de la périphérie et le nombre de diagonales.

La majorité des sujets normaux apparaissent ici encore groupés dans une zone moyenne. Il existe un certain degré de corrélation négative, mais il est peu marqué.

La répartition des séquences entre la périphérie et la direction diagonale est équilibrée pour la majorité des sujets.

(tableau n°7)

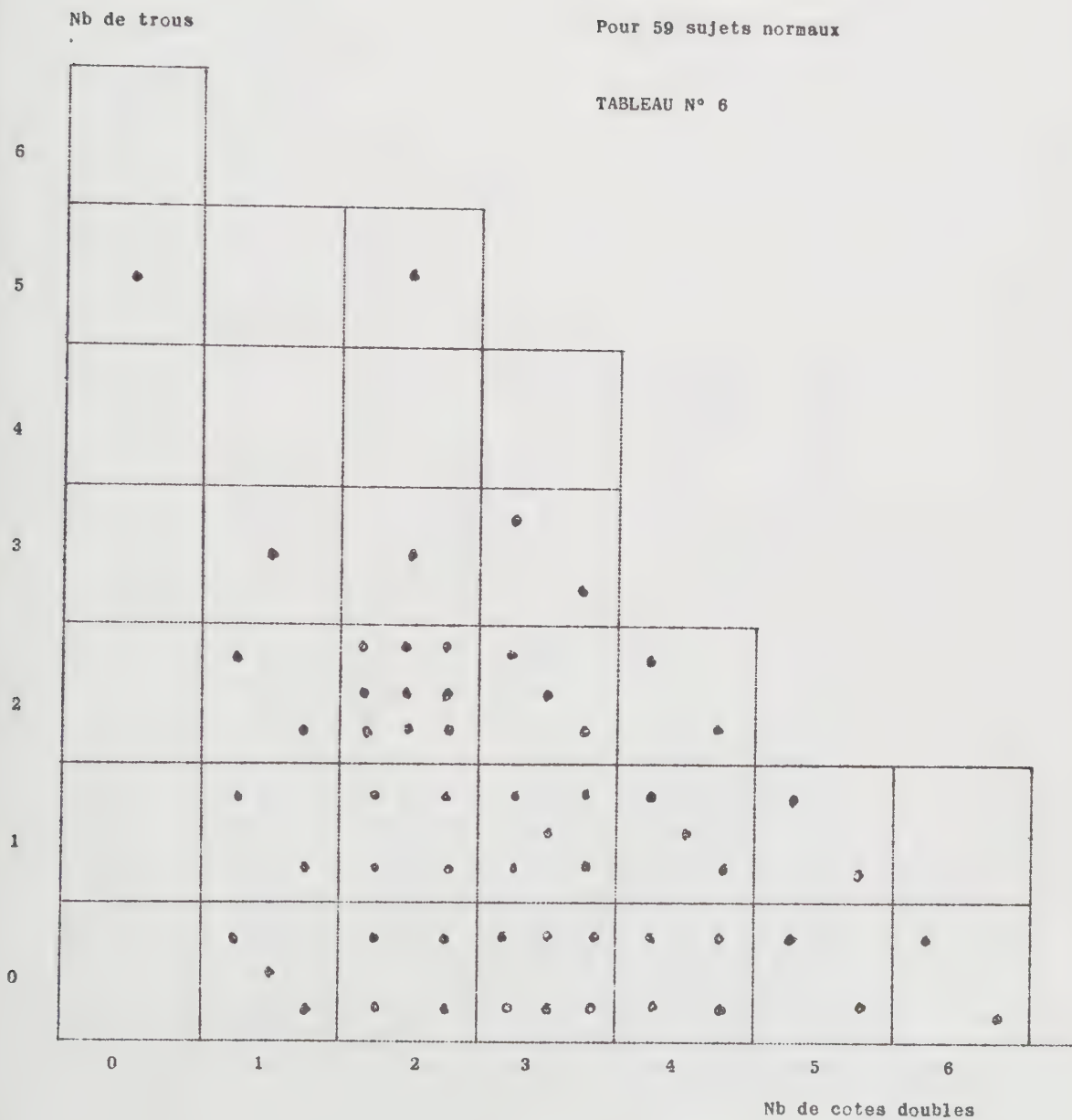
- L'étude de l'exploration de l'espace en fonction de la direction horizontale et verticale.

- 34 sujets ont exploré l'espace de façon équilibrée en direction verticale et horizontale.

Correlation entre le nombre de trous
périphériques et le nombre de cotés
doubles

Pour 59 sujets normaux

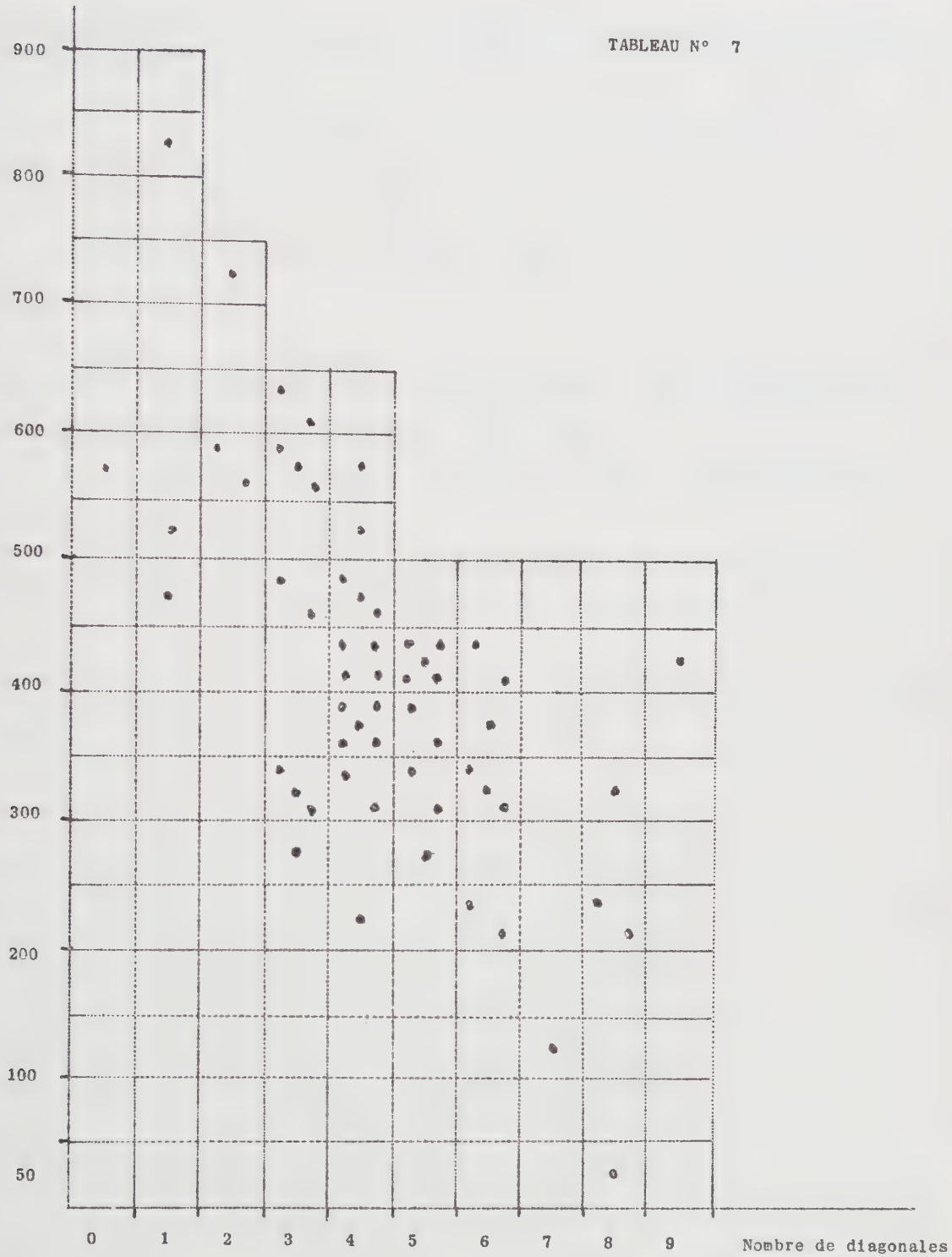
TABLEAU N° 6



Corrélation entre le soulignement de la
Périphérie et le nombre des diagonales
pour 59 sujets normaux

+Fréq. du
soulignement de
la périphérie

TABEAU N° 7



- Mais alors que 8 sujets ont accentué la direction horizontale,
- 17 ont nettement préféré la direction verticale.

- L'étude de l'exploration préférentielle de l'espace droit et de l'espace gauche.

- 28 sujets ont exploré l'espace de façon équilibrée
- 22 ont exploré davantage l'espace droit
- 9 ont exploré davantage l'espace gauche.

La préférence pour la partie droite de l'espace apparaît donc nette.

Au total les caractéristiques spatiales du comportement normal sont :

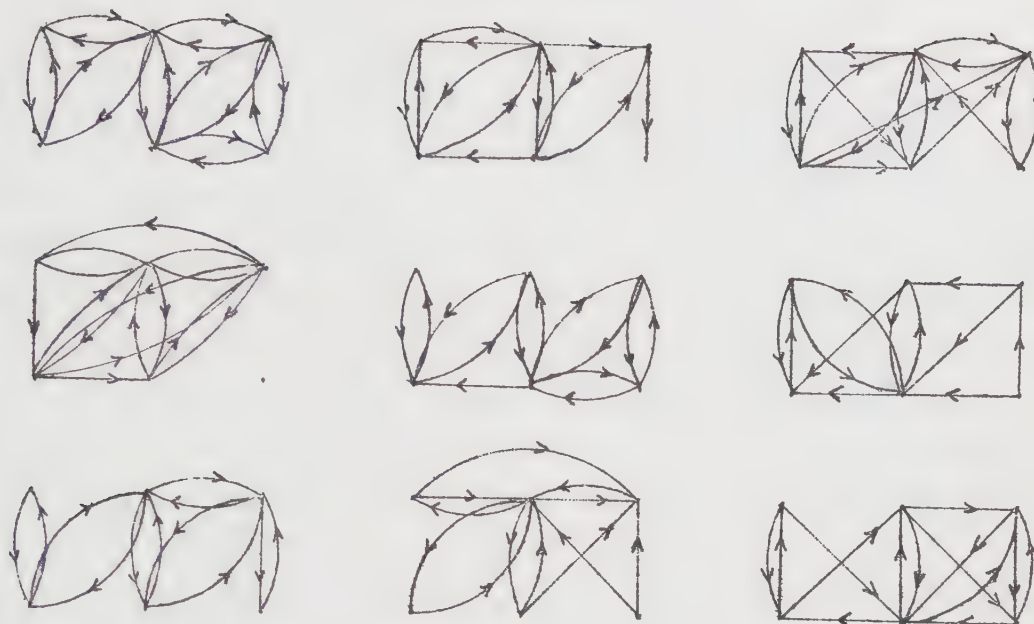
- la constance de la double ligne médiane
- l'exploration de tout l'espace (centre et périphérie) de façon équilibrée
- la très grande variété de disposition des séquences d'un sujet à l'autre, dans le cadre de ce comportement général. cf. exemples

e) Le temps mis par les sujets normaux pour réaliser l'expérience est en moyenne de 9,95 mn avec les extrêmes de 19 minutes,
et de 8 minutes.

La majorité des sujets ayant mis 10 minutes :

18 sujets sur 42 pour lesquels le temps a été calculé.

8 sujets	9 minutes
7 sujets	8 minutes
2 sujets	11 minutes
1 sujet	12 minutes
3 sujets	13 minutes
2 sujets	14 minutes
1 sujet	19 minutes.



Quelques exemples de la variété de
disposition spatiale observée chez
les sujets normaux.

HYPOTHESES SUR LA SIGNIFICATION DU COMPORTEMENT DU SUJET NORMAL

1) On peut considérer dans un 1er temps le cerveau normal comme un système dynamique à auto-régulation. Un tel système conserve une stabilité relative dans le flot du hasard et des circonstances extérieures. Cette propriété essentielle de s'orienter avec persistance vers un petit nombre de fins fondamentales est un problème d'ordre physiologique que l'on appelle la régulation. Cette régulation s'exerce à un niveau qui n'implique pas forcément l'intervention de la conscience. Elle se réalise au moyen de circuits fermés (feed-backs) dans lesquels une partie de l'énergie émise revient sous forme d'énergie reçue pour influencer l'activité ultérieure du système en accroissant la probabilité d'un certain effet en un point donné.

Les circuits qui règlent l'organisation spatiale se créent par l'expérience vécue, les détails du mécanisme étant libres à l'origine. (En l'absence de cette régulation par circuit fermé, tout système est déterminé ou chaotique).

Notre épreuve explorant la fonction d'organisation spatiale nous rappellerons rapidement la signification de cette fonction pour l'homme normal.

Notre organisation spatiale est inséparable de la notion que nous avons de notre propre corps. Ce schéma corporel, est une entité psychoneurologique indissociable. C'est une forme d'intégration de données sensibles, visuelles, tactiles, proprioceptives et posturales qui contient en les dépassant dans une synthèse sans cesse détruite et renouvelée nos gestes, nos perceptions, nos représentations, nos souvenirs projetés dans l'espace. Le sentiment de notre moi corporel s'élabore par une construction active qui nécessite une image actuelle liée aux afférences sensibles et une image souvenir construite par l'expérience répétée à partir de certains dispositifs neurophysiologiques.

Tout geste se déroule dans l'espace par rapport à un but. Entre le corps et le but situé dans l'espace, le geste s'exécute de manière

quasi automatique, sans intervention obligée de la conscience. Ce geste qui atteint harmonieusement son but suppose l'intégrité

- de la somatognosie

- et de la fonction visuo-spatiale liées l'une à l'autre.

La posture verticale de notre corps divise l'espace en un espace droit et un espace gauche. La ligne médiane qui les sépare est ainsi une référence obligée de notre conception de l'espace, et la prédominance de la ligne médiane observée chez le sujet normal est donc aisément explicable.

La prédominance de la direction ↗ paraît être davantage en relation avec des patterns socio-culturels. Toute notre expérience vécue, en particulier celle de l'écriture, oriente notre activité selon cette direction privilégiée.

Quant à la prédominance de la verticale sur l'horizontale, il est possible de la rapporter à la posture normale de notre corps.

La structuration du corps... dans l'espace représente donc une contrainte obligée pour le sujet. La quantité d'information maximale qui lui est transmise ne peut donc être intégralement émise. Mais ce qui importe c'est que la redondance due en particulier au soulignement de la ligne médiane est normale pour le sujet de la même façon que la redondance du langage ne peut être évitée sans que celui-ci perde toute signification.

Cette régulation qui diminue la quantité de variété est ainsi un avantage pour le sujet. Sans cette contrainte, il serait incapable de s'orienter ou de localiser dans l'espace les différentes parties de son corps.

2) Mais cette étape de régulation en règle inconsciente ne suffit évidemment pas à expliquer le comportement normal.

- La finalité absolue de l'homme ne lui est pas totalement imposée.

- Et ici intervient la notion de liberté. Sans doute la liberté ne peut être complète. Elle n'est concevable que par rapport à ce qu'elle permet de vaincre.

L'individu progresse vers la liberté par sa capacité de faire varier (dans une certaine limite) les références de ses feed-backs les plus élaborés. En jouant sur la combinaison de feed-back positifs et négatifs, la machine cérébrale peut atteindre des équilibres multiples pour différentes positions de ses effecteurs. En particulier un mécanisme de feed back positif limité, correspondant au choix et à l'esprit d'initiative, oriente l'activité du système dans la direction voulue. Il existe dans le cerveau un rythme interne qui alterne la stabilité et l'instabilité, le statique et le dynamique, réalisant une mutuelle fécondation.

Nous sommes ici à l'étape de la conduite au niveau le plus élevé de la hiérarchie. Alors que le réglage de l'effecteur aboutit à une structuration normale de très forte probabilité, la conduite volontaire permet à toute une gamme de variété de s'insinuer entre les grandes lignes structurées.

Toute réflexion est une rétro-action de l'effet sur la cause. L'esprit projette l'effet obtenu pour le comparer à l'idéal proposé et le corrige pour obtenir un effet plus proche de cet idéal.

A l'extrême, l'homme possède même la liberté de vaincre sa finalité absolue de se mettre en déséquilibre.

Ainsi une progression continue existe entre - la détermination externe du monde extérieur

- l'organisation qui résulte de l'apparition d'une fonction interne qui poursuit un but donné

- et enfin, la détermination interne qui est le degré le plus élevé de la liberté.

A ce dernier stade une seule composante de l'action échappe au pouvoir de contrôle = c'est la matière.

L'individu normal doué de libre arbitre peut, puisque la liberté suppose conscience et vouloir faire, lutter contre la tendance à la facilité que représenterait un comportement stéréotypé. C'est à dire qu'il peut se dépasser en imaginant et en créant une grande variété de formes, en réagissant contre les modalités de fonctionnement les plus faciles qui sont aussi les plus automatiques.

C'est donc l'équilibre entre les différents résultats :

- Répartition des intervalles avec des écarts faibles par rapport à la plus grande fréquence.
- Quantité d'information égale ou supérieure à la valeur moyenne et
- Structuration spatiale comportant les formes obligées, qui permet de définir l'individu normal. Car le maintien à une certaine valeur de la quantité d'information s'associe au fait que la liberté de comportement n'est intervenue que dans les limites de l'organisation spatiale normale.

2) ANALYSE DES COMPORTEMENTS PATHOLOGIQUES

de 80 sujets atteints d'affections cérébrales organiques ou de troubles psychiatriques.

Nous étudierons les comportements des sujets pathologiques en commençant par l'analyse statistique des résultats, pour rechercher une tendance générale différente du comportement normal; nous individualiserons ensuite, les comportements qui sont en tous points comparables au comportement normal et ceux qui sont globalement et franchement anormaux, et nous chercherons à savoir si un type de comportement anormal répond à un type défini d'anomalie du fonctionnement cérébral .

En groupant ensuite les cas anatomo-cliniques de nos malades, nous chercherons s'il existe pour un type d'affection ou de perturbation, une spécificité de comportement.

La valeur de cette 2^o partie de notre étude est sujette à critique en raison du petit nombre de cas entrant dans chaque groupe. Nous ne pouvons espérer en extraire qu'une probabilité faible. C'est pourquoi nous garderons la plus grande réserve dans notre interprétation.

A) Etude statistique des 80 sujets pathologiques

a) L'étude de la courbe récapitulative des gaps met en évidence plusieurs particularités.

- La très inégale répartition des différents gaps et la prédilection pour le gap 6 .

Les chiffres rapportés à 100 : montrent la fréquence maximale des différents gaps.

gap 1	9,21 % des sujets l'ont utilisé préférentiellement.
gap 2	0 %
gap 3	1,31 %
gap 4	15,78 %
gap 5	5,26 %
gap 6	<u>67,1 %</u>
gap 7	1,315 %

- La fréquence moyenne des différents gaps est la suivante :

gap 1	70,17
gap 2	67
gap 3	146,47
gap 4	209,76
gap 5	201,98
gap 6	<u>366,23</u>
gap 7	170,65
gap 8	126,65
gap 9	80,92

- On relève certains chiffres très anormaux en particulier pour le gap 6 : 1073 - 1030 - 998 - 980 - 968 - 784 - 742 - 700 - 695 - 576 - 566 - 511.

Pour le gap 4 518

Pour le gap 1 1075 - 637

Donc au total 15 gaps très anormaux par l'ampleur de leur flèche, le plus souvent à 6.

- D'autres anomalies sont également frappantes. C'est l'existence de plusieurs flèches très élevées, de préférence d'ailleurs pour les gaps pairs

2 flèches marquées	4 fois	1 - 6	
	1 fois	2 - 4	
	1 fois	1 - 7	
	5 fois	4 - 6	= 14
	1 fois	3 - 6	
	2 fois	4 - 8	
3 flèches marquées	2 fois	3 - 6 - 9	
	2 fois	4 - 6 - 8	= 5
	1 fois	1 - 3 - 6	

Ainsi d'une manière générale, la courbe des gaps tend à perdre sa forme aplatie et régulièrement répartie autour d'une moyenne approximative pour le gap 4 ou 5 (Tableau n° 7 bis) .

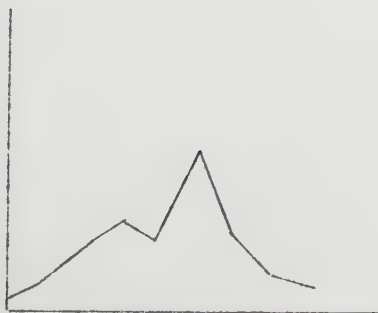
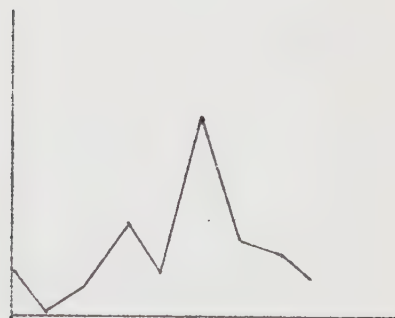
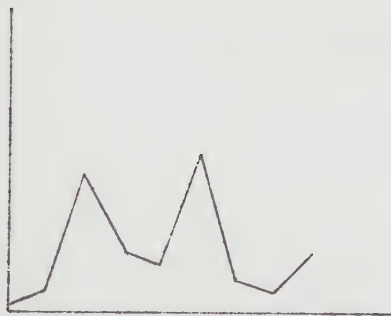
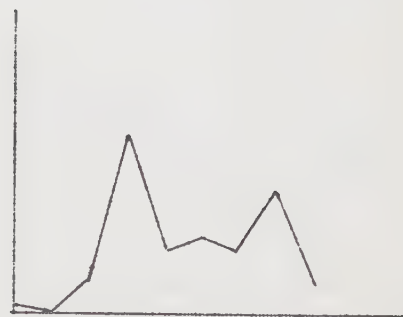
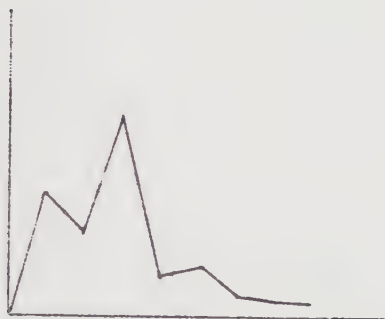
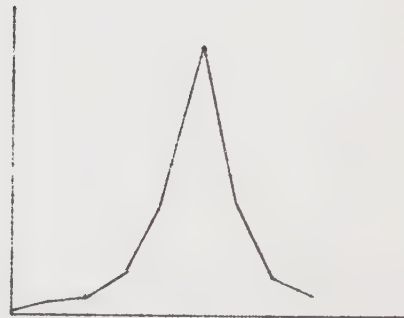
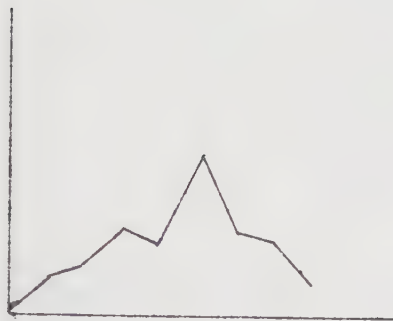
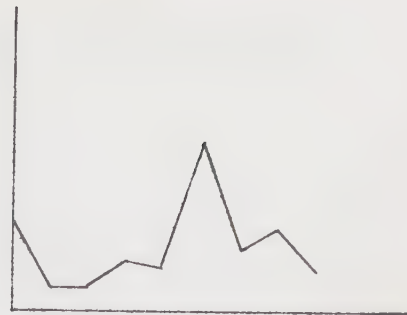
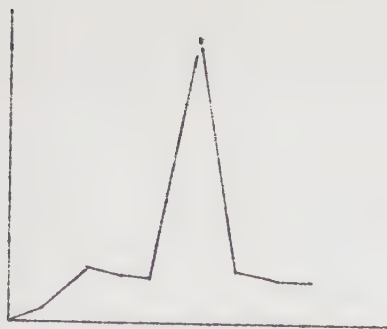
Outre les courbes foncièrement anormales par l'emploi répété d'un même gap qui atteint des fréquences considérables, ou de 2 à 3 gaps à fréquences très élevées, ce qui est frappant c'est la mauvaise répartition des intervalles : la courbe ne tend pas à croître régulièrement vers un maximum peu élevé mais certains gaps ont des fréquences très faibles qui se trouvent intercalées entre des fréquences très élevées : c'est l'aspect en dent de scie que l'on peut observer sur les quelques exemples ci-contre.

La courbe moyenne ne fait pas bien ressortir cet aspect car les différentes anomalies se compensent en partie. Il n'y apparaît guère que le cap 6 élevé et pointu. Si l'on considère les extrêmes qui encadrent la courbe les anomalies sont par contre flagrantes : gap 1 - 4 et 6 formant des flèches, gap 5 enfoui entre le gap 4 et le gap 6 .

- Les gaps minimum franchement plus bas que ceux de la normale sont le corollaire obligé de la fréquence élevée des gaps maximum.

Exemples de courbes
des gaps des sujets
pathologiques

TABEAU N° 7 bis



b) La quantité moyenne d'information des sujets pathologiques se situe pour la médiane aux valeurs suivantes :

2,58 pour N = 1
2,35 pour N = 2
2,15 pour N = 3
1,92 pour N = 4
1,74 pour N = 5
1,55 pour N = 6
1,40 pour N = 7
1,25 pour N = 8
1,13 pour N = 9
1,03 pour N = 10

D'autre part 50 % de la population est groupée entre les valeurs de :

2,58 et 2,56 pour N = 1
2,42 et 2,26 pour N = 2
2,24 et 1,98 pour N = 3
2,04 et 1,78 pour N = 4
1,83 et 1,59 pour N = 5
1,63 et 1,41 pour N = 6
1,46 et 1,27 pour N = 7
1,30 et 1,15 pour N = 8
1,17 et 1,06 pour N = 9
1,06 et 0,99 pour N = 10

Les chiffres extrêmes étant :

1	2,58	-	2,44
2	2,52	-	1,77
3	2,43	-	1,40
4	2,27	-	1,19
5	2,01	-	1,05
6	1,74	-	0,94
7	1,51	-	0,86
8	1,33	-	0,79

9	1,18	-	0,73	Courbe 7 ter
10	1,06	-	0,68	

La comparaison avec les résultats de la population normale met en évidence les faits suivants :

- Pour $N = 1$ la valeur de la médiane est plus élevée que pour les sujets normaux, de même que pour le quartile supérieur et le quartile inférieur.
- Pour $N = 2$ la différence est minime pour la médiane, nulle pour le quartile supérieur, minime pour le quartile inférieur.
- Pour $N = 3$ l'écart s'accroît un peu pour la médiane, pour le quartile supérieur, davantage encore pour le quartile inférieur.
- A partir de $N = 4$ la différence est très nette pour la médiane, de même pour le quartile supérieur et beaucoup plus grande encore pour le quartile inférieur.

La différence diminue pour les plus longues séquences, ce qui, nous l'avons dit, ne peut actuellement recevoir d'explication précise.

. Si l'on considère les valeurs les plus fortes, on remarque que la quantité d'information atteint le même niveau ou presque dans les 2 groupes.

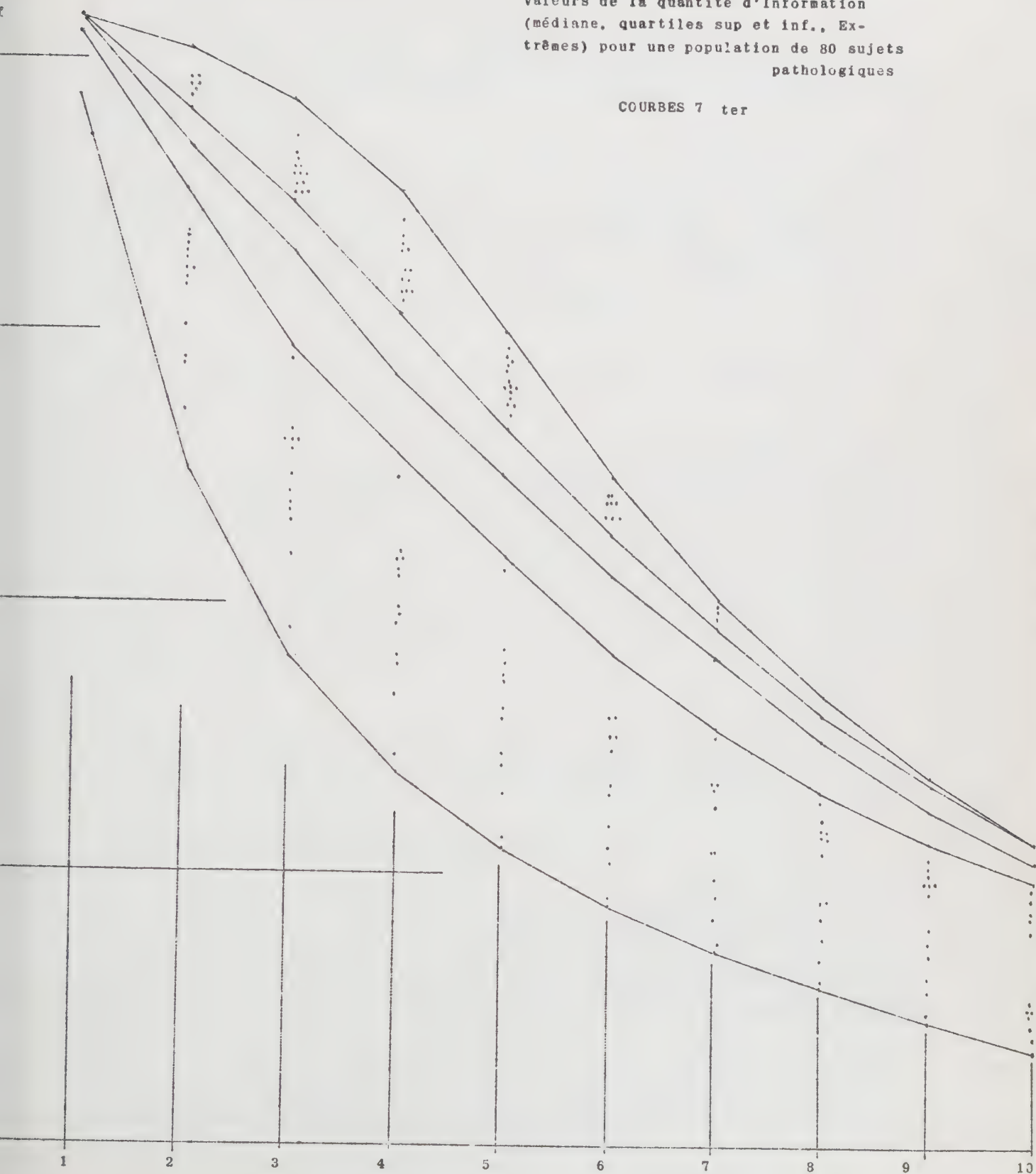
. Par contre pour les valeurs les plus faibles la différence est cette fois considérable.

Ce fait s'explique très bien par la non homogénéité du groupe des sujets pathologiques. Certains se sont comportés comme des sujets normaux mais le plus grand nombre d'entre eux de façon très différente. Les écarts croissent ainsi dans la zone de résultats qui mesure des comportements différents.

e la

Valeurs de la quantité d'Information
(médiane, quartiles sup et inf., Ex-
trêmes) pour une population de 80 sujets
pathologiques

COURBES 7 ter



- c) L'étude statistique des fréquences maximales de sortie des N grammes est reproduite sur le tableau n°8

- Le sujet pathologique répartit mieux les monogrammes que le sujet normal et il répartit aussi (quantitativement du moins) presque mieux les bigrammes.

- Mais à partir de $N = 3$ des différences sensibles apparaissent, affectant les valeurs de la médiane et des quartiles supérieurs. Elles tendent à s'effacer pour les chiffres mesurant la fréquence la moins élevée mais deviennent considérables pour le quartile inférieur et plus encore pour les fréquences plus grandes.

Les mêmes considérations d'appliquent à ces résultats qu'aux valeurs de la quantité d'information.

L'étude de la corrélation entre la quantité d'information et la fréquence maximale des N grammes aurait présenté un intérêt plus grand encore pour les comportements pathologiques que pour les comportements normaux. La corrélation de ces deux résultats affecte en effet des variations fréquentes et importantes dont il est plausible de penser qu'elles possèdent une signification (nous n'avons pas eu la possibilité de réaliser ces calculs)

- d) L'étude statistique de la structuration spatiale est la plus intéressante. Elle met en évidence des anomalies nombreuses et variées.

- Le soulignement de la ligne médiane

. Alors que la probabilité de double soulignement de la ligne médiane était proche de la certitude pour les sujets normaux (98,4 % des sujets), cette probabilité se réduit considérablement pour les sujets pathologiques (52, seulement des sujets effectuent le double soulignement)

. La ligne médiane simple tracée par 1,61 % des sujets normaux s'observe chez 22,5 % des sujets pathologiques.

TABLEAU N° 8

N =		Q. SUP.	MEDIANE	Q. INF.	
1	271	289	317	346	528
2	75	103	130	148	339
3	29	53	73	103	216
4	13	27	44	79	195
5	7	18	33	58	175
6	5	12	26,5	49,5	169
7	4	8,5	19	35,5	159
8	2	6	14	29,5	150
9	2	5	12	25,5	140
10	1	3	9	24	134

FREQUENCE MAXIMALE DE SORTIE DES N GRACIES POUR 80 SUJETS

PATHOLOGIQUES.

. Enfin et surtout alors qu'aucun sujet normal n'a négligé de souligner la ligne médiane, 25 % des sujets pathologiques ne l'ont pas tracée.

- La fréquence des diagonales est également très différente

- Alors que 77,8 % de la population normale traçait de 6 à 3 diagonales avec une préférence pour 4 diagonales (28,8 %), 32,5 % des sujets pathologiques seulement se comportent de cette façon la fréquence préférée étant 3 diagonales (12,5 % des sujets).

- Ainsi la faible fréquence des diagonales est très caractéristique (50 % des sujets pathologiques ne tracent que 1 ou 2 diagonales ou aucune (l'absence totale de diagonales est relevée chez 21,67 % de sujets) contre 11,81 % chez les sujets normaux.

- La présence d'un très grand nombre de diagonales est également notable.

17,5 % des sujets pathologiques tracent de 7 à 12 diagonales alors que 10,6 % des sujets normaux en tracent de 7 à 9.

- La direction des diagonales rapportée à 100 sujets donne les résultats suivants :

Les sujets pathologiques réalisent le mouvement gauche-droite en montant et droite-gauche en descendant 190 fois (mouvement réalisé 327,11 fois par les sujets normaux. Cependant que les autres directions ont sensiblement la même fréquence dans les deux populations. Ainsi la restriction du nombre de diagonales s'opère au détriment de la direction préférée par le sujet normal; ces chiffres, précisons le, ont été calculés pour les sujets qui ont frappé de la main droite, soit 67 sujets sur 80.

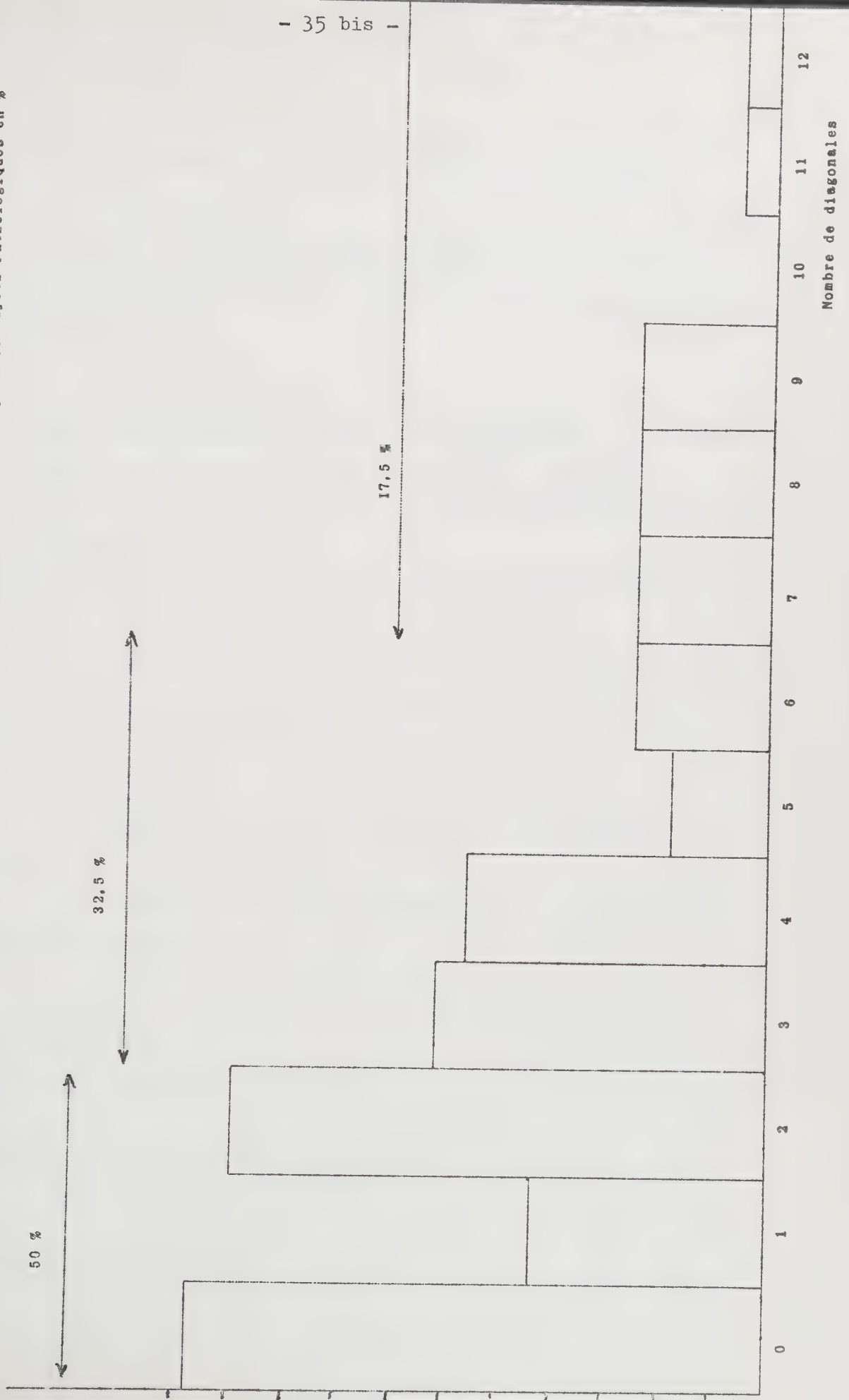
- Le rapport entre les diagonales courtes et les diagonales longues diffère également du rapport normal.

Les chiffres rapportés à 100 sujets sont dans le groupe pathologique.

255 diagonales courtes et 73,75 diagonales longues

Nombre de sujets en %

Nombre de diagonales pour 80 sujets Pathologiques en %



alors que pour les sujets normaux les chiffres étaient :
374,57 diagonales courtes et 59,32 diagonales longues.

Le rapport qui était de 6,31 pour les normaux est ainsi de 3,45 pour les sujets pathologiques. Cette préférence pour les diagonales longues est d'ailleurs le corollaire de la non structuration de la ligne médiane.

- Analyse des séquences disposées à la périphérie de l'espace

. Un fait caractéristique est leur très grande fréquence.

Les fréquences plus grandes que 600 (de 600 à 1200) sont observées chez 42 sujets.

Des fréquences de cet ordre ne sont observées chez le sujet normal que dans 3 cas et encore limitées à 650 - 750 - 850.

. D'autre part 7 sujets ont souligné la périphérie moins de 250 fois. Au total 49 sujets ont donc réalisé un diagramme spatial mal équilibré, en ce qui concerne la disposition des séquences périphériques.

Si l'on veut préciser la répartition de ces séquences on note que :

- 18 sujets ont souligné intégralement la périphérie par un double trait (seulement 2 sujets normaux)

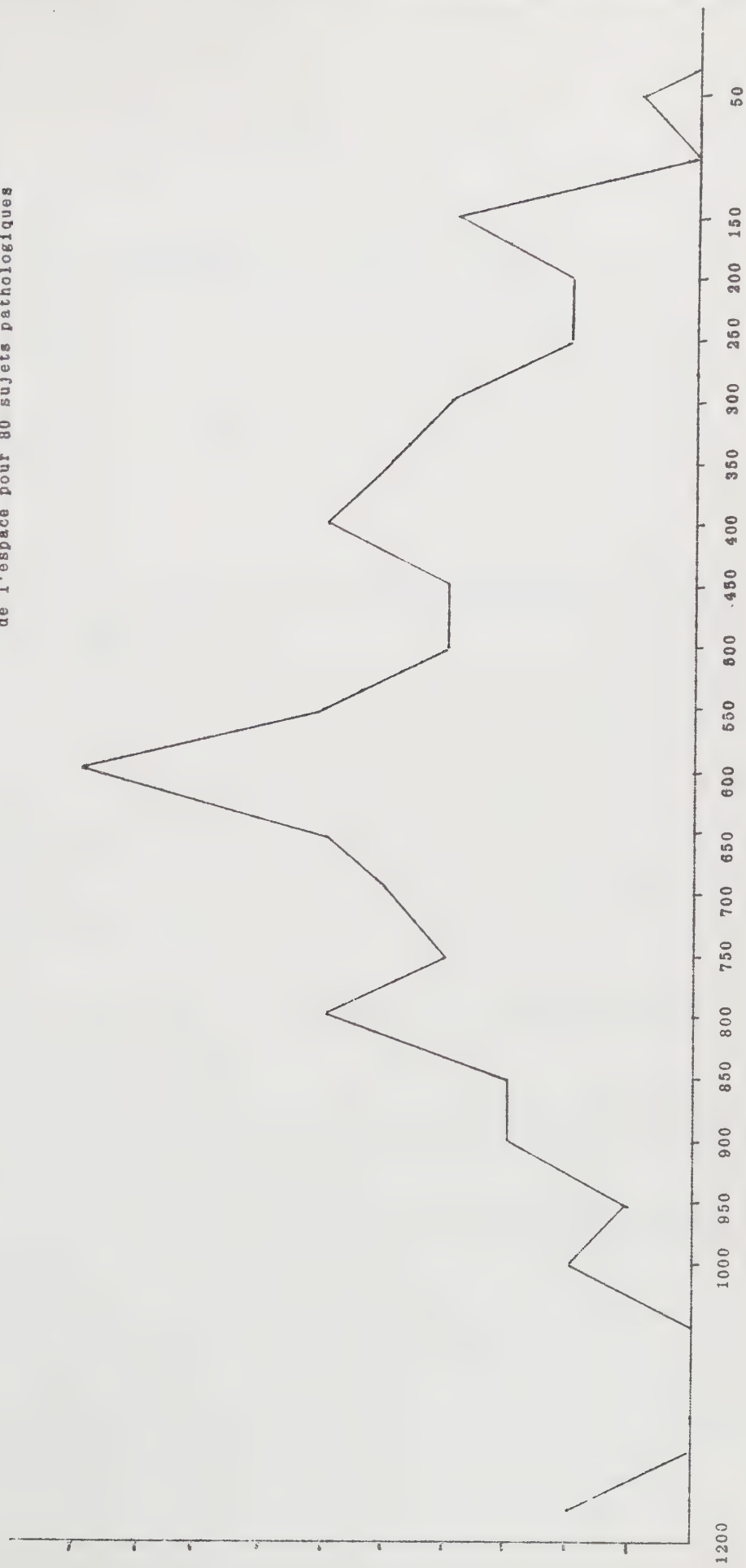
- 29 sujets l'ont souligné^e intégralement avec un mélange de séquences doubles ou simples. (contre 19 sujets normaux)

- Donc 33 sujets ont laissé des trous périphériques, c'est un chiffre nettement inférieur à celui de la population normale. Si l'on rapporte ces chiffres à 100, le nombre des trous périphériques est de 41,25 pour les sujets pathologiques et de 57,6 pour les sujets normaux.

Les côtés doubles se répartissent ainsi :

0 = 5	1 = 11	2 = 11	3 = 11
4 = 13	<u>5 = 11</u>	<u>6 = 19</u>	

Fréquence du soulignement de la périphérie
de l'espace pour 80 sujets pathologiques



Alors que pour les sujets normaux :

0 = 2 sujets 1 = 11 sujets 2 = 19 3 = 12

4 = 9 5 = 4 6 = 2

Le nombre de "trous périphériques" se répartit ainsi :

0	48 sujets	(contre 21 sujets normaux sur 59)
1	15 sujets	
2	11 sujets	
3	3 sujets	sur 80 sujets
4	2 sujets	
5	1 sujet	

Corrélation entre le nombre de séquences périphériques doubles et le nombre de trous périphériques.

Le tableau n°9 met en évidence la forte corrélation négative qui existe entre

- le nombre élevé de côtés doubles, et
- l'absence de "trou périphérique"
- 28 sujets ont réalisé 5 ou 6 côtés doubles sans aucun trou.
- A l'opposé, certains sujets ont réalisé 1 ou 0 côté double avec plus de 3 trous périphériques (6 sujets).

La répartition montre une tendance aux comportements extrêmes, l'incapacité du sujet à réaliser un équilibre.

La comparaison avec le tableau n°6 est évocatrice : la majorité des sujets normaux adopte un comportement qui associe 2 ou 3 côtés doubles à 0 - 1 ou 2 trous périphériques.

Corrélation entre l'intensité du soulignement de la périphérie et le nombre de diagonales.

1 -- Le tableau n° 10 met en évidence une corrélation négative beaucoup plus forte que pour les sujets normaux.

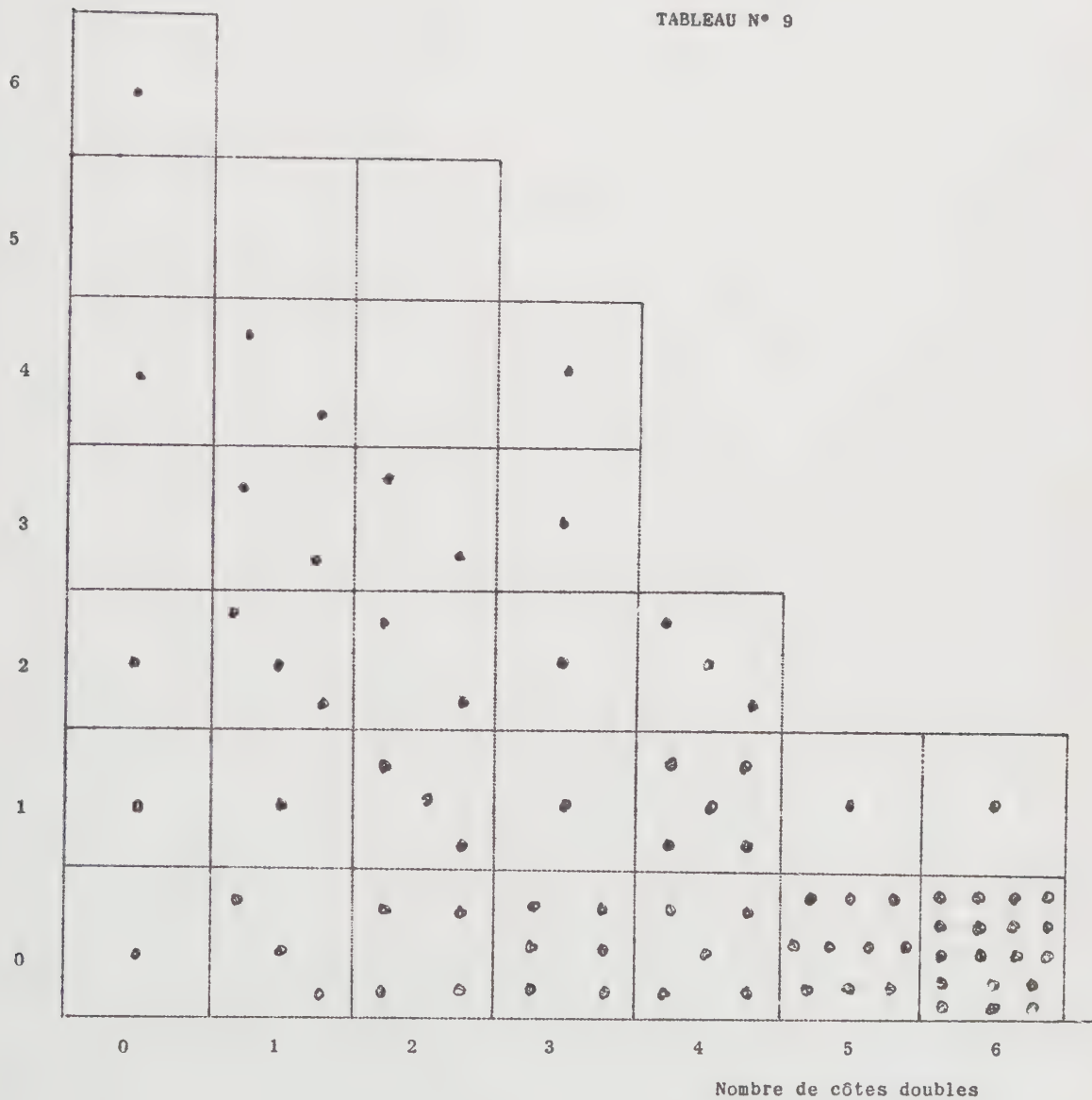
Le nombre de diagonales diminue en fonction de l'intensité croissante du soulignement de la périphérie. Au lieu d'un nuage de points, on

Correlation entre le nombre de séquences
périphériques doubles et le nombre de
"trous périphériques"

Nombre de
Trous

Pour 80 sujets pathologiques

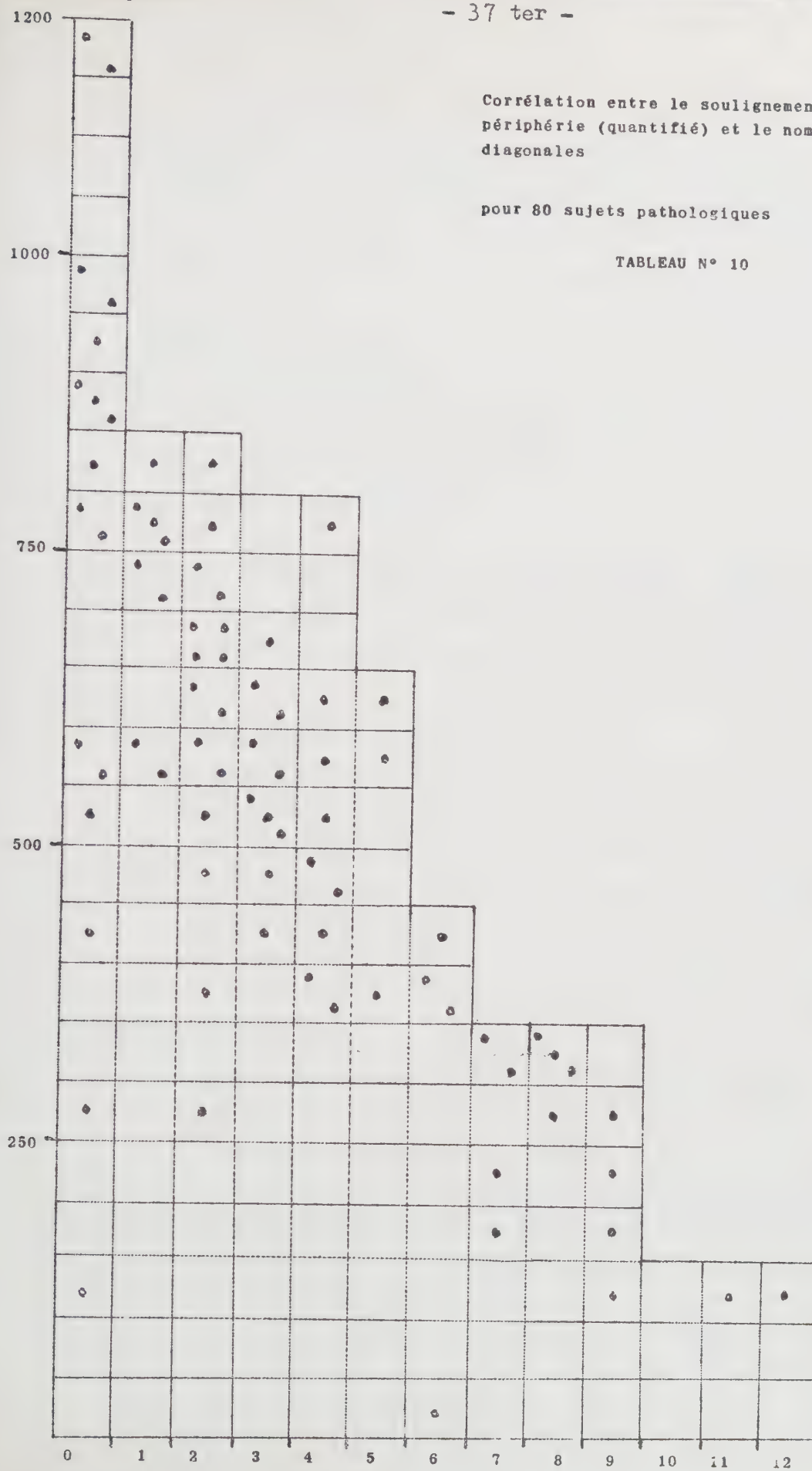
TABLEAU N° 9



Corrélation entre le soulignement de la
périphérie (quantifié) et le nombre de
diagonales

pour 80 sujets pathologiques

TABLEAU N° 10



observe un étirement de la répartition qui tend vers les extrêmes

- périphérie très soulignée et absence de diagonales
- périphérie très peu soulignée et très nombreuses diagonales.

2 - Si l'on recherche un certain groupement on le trouve dans l'association,

- périphérie entre 750 et 500 avec
- 2, 3 ou 4 diagonales

alors que les sujets normaux se groupent pour l'association

- périphérie entre 250 et 500 et
- 3, 4, 5 ou 6 diagonales.

. Il y a donc un décentrement de la zone médiane, dans le sens d'une périphérie beaucoup plus soulignée et d'un moins grand nombre de diagonales, et en outre le groupement dans cette zone est beaucoup moins net.

. D'autre part, la corrélation entre

- une périphérie soulignée moins de 350 fois avec 8 à 12 diagonales réunit 10 sujets (dont 4 ont tracé 9 diagonales)
- alors que cette valeur du soulignement périphérique est dans le groupe des sujets normaux est associé à un maximum de 8 diagonales (pour 4 sujets seulement).

Etude de l'exploration de l'espace en fonction de la direction
horizontale et verticale

- 57 sujets ont exploré l'espace de façon équilibrée
- 12 ont accentué la direction horizontale
- 11 la direction verticale.

La tendance normale à préférer la direction verticale n'est pas retrouvée dans la population pathologique (Rappelons que 17 sujets normaux ont préféré la direction verticale, alors que 8 d'entre eux seulement ont préféré la direction horizontale).

Quant à la tendance un peu plus grande à explorer l'espace de façon équilibrée entre les deux directions horizontale et verticale (57 sujets sur 80 au lieu de 34 sur 59 dans la population normale), elle traduit simplement l'extrême monotonie (exploration en tournant à la périphérie) d'un certain nombre de comportements pathologiques.

Exploration préférentielle de l'espace droit ou de l'espace gauche

Nous avons considéré séparément les sujets qui ont tapé de la main droite et ceux qui ont tapé de la main gauche.

1 - Parmi les sujets qui ont tapé de la main droite (67 sujets)

- 34 ont équilibré leur exploration
- 22 ont tapé plus à droite qu'à gauche
- 11 ont tapé plus à gauche qu'à droite.

2 - Parmi les sujets qui ont tapé de la main gauche (13 sujets)

- 7 ont équilibré leur exploration
- 4 ont tapé plus à droite qu'à gauche
- 2 ont tapé plus à gauche qu'à droite.

Les différences sont donc insignifiantes

- entre les sujets pathologiques et les sujets normaux (sur 59 sujets, rappelons que 28 avaient tapé de façon équilibrée, 22 davantage dans l'espace droit, et 9 davantage dans l'espace gauche).
- entre les sujets qui ont tapé de la main droite et ceux qui ont tapé de la main gauche.

Précisons que tous nos sujets étaient des droitiers et que ceux qui ont tapé de la main gauche y ont été contraints par une hémiplégie droite.

e) Le temps mis par les sujets pathologiques pour réaliser l'expérience est en moyenne de 16,5 minutes par sujet. (Nous n'avons pas tenu compte pour établir cette moyenne d'un sujet dont l'épreuve avait duré 58 minutes).

Cette moyenne est la même pour les sujets atteints d'une affection neurologique et pour ceux qui ne souffrent que de troubles psychiques. Il ne semble donc pas que l'on doive incriminer une difficulté motrice pour expliquer cette lenteur. Celle-ci doit être considérée comme susceptible d'être observée dans de nombreux comportements pathologiques.

Il n'existe pas de groupement des sujets pour une durée précise, contrairement à ce qui s'observait dans la population normale ou 18 sujets sur 42 avaient réalisé l'expérience en 10 minutes.

La durée de l'épreuve varie de 7 à 35 minutes (toujours en excluant le sujet qui a tapé en 58 minutes).

- Cependant, on peut remarquer que la durée la plus longue pour les sujets normaux est de 19 minutes, alors que 25 sujets pathologiques ont mis de 20 à 35 minutes pour taper.
- d'autre part, seulement 13 sujets pathologiques sur 80 ont réalisé l'expérience en 8, 9 ou 10 minutes contre 33 sujets normaux (sur les 42 pour lesquels le temps a été mesuré).

Cette notion du temps nécessaire à la réalisation de l'épreuve est d'une grande importance, puisqu'elle permettrait de calculer le débit d'information.

Mais une réserve s'impose dans le cadre de cette étude qui compare des sujets normaux et des malades hospitalisés. Le calcul du débit d'information risquait de n'avoir aucune valeur en raison des conditions psychologiques très différentes dans lesquelles les sujets réalisaient l'expérience.

- la fatigue, l'inquiétude, la situation d'infériorité du malade étaient susceptibles d'influencer sa vitesse.
- alors que le sujet normal, détendu et en situation d'égalité avec l'expérimentateur adoptait certainement son rythme en pleine liberté.

B) Analyse des résultats des sujets pathologiques en fonction du critère : résultats normaux - résultats très anormaux.

1) 15 sujets appartenant au groupe pathologique ont obtenu des résultats strictement normaux. Nous trouvons parmi eux :

- 3 schizophrènes
- 1 sujet atteint de névrose phobique
- 1 malade hospitalisé pour des troubles psycho-somatiques
- 2 malades atteints de syndrome de Korsakoff, mais non détériorés
- 5 sujets atteints de lésion organique focale, relativement limitée, du cerveau .

2) 17 sujets ont obtenu des résultats très anormaux à tous les points de vue. Il s'agit de

- 2 sujets atteints d'hébéphrénocatatonie
- 2 sujets atteints de schizophrénie avec des manifestations délirantes très intenses.
- 1 grand oligophrène (4 ans d'âge mental pour 16 ans)
- 8 malades détériorés, confus ou atteints de lésions diffuses du cerveau
- 5 malades comitiaux
- 1 malade souffrant d'une grave névrose obsessionnelle

Il apparaît ainsi que sur 17 comportements très anormaux, 13 étaient le fait de sujets détériorés, confus, atteints de lésions organiques diffuses du cerveau ou de comitialité.

3) 65 sujets sur 80 ont réalisé des résultats différents des sujets normaux. Les anomalies portaient sur 1 ou 2 des résultats.

C) Résultats des sujets pathologiques groupés selon différents critères et étude de quelques cas particuliers.

Nous avons cherché à grouper nos 80 sujets selon différents critères. Mais nous devons souligner la difficulté d'analyse des résultats ainsi classés : la topographie des lésions organiques cérébrales ne peut pas toujours être exactement appréciée, de nombreux troubles sont susceptibles de s'intriquer chez le même malade et enfin, le même diagnostic peut recouvrir des troubles (d'intensité très variable) .

Malgré ces difficultés, nous avons étudié les résultats groupés des catégories de troubles suivantes :

- Lésion organique unilatérale et focalisée : 10 sujets
- Lésions bilatérales ou diffuses : 15 sujets
- Lésion unilatérale massive : 5 sujets
- Détérioration ou confusion mentale, cliniquement certaine :
9 sujets
- Lésion périéto-occipitale droite : 2 sujets
- Aphasie : 19 sujets (10 aphasies de Broca - 9 aphasies de Wernicke)
- Apraxie idéo-motrice : 10 sujets
- Apraxie constructive par lésion de l'hémisphère gauche (8 sujets)
- Comitialité : 14 sujets
- Débilité mentale : 12 sujets
- Schizophrénie : 18 sujets
- Etiologie vasculaire : 16 sujets
- Etiologie traumatique : 7 sujets
- Etiologie tumorale : 7 sujets

L'analyse détaillée des résultats ainsi groupés a été faite.

Nous n'en rapporterons que les grandes lignes, en cherchant à séparer les facteurs qui n'ont pas influencé le comportement et ceux qui au contraire l'ont marqué de façon plus ou moins spécifique (Nous excluons tout d'abord les affections purement psychiatriques).

1) Les facteurs qui n'influencent pas le comportement

A - Les lésions unilatérales limitées

Le critère de focalisation a été défini d'après l'examen clinique et les résultats de l'E.E.G.

Les 10 sujets qui entrent dans ce groupe ont tous réalisé de bonnes performances en quantité d'information. Chez 4 d'entre eux on retrouve quelques anomalies spatiales discrètes.

B - L'étiologie vasculaire, traumatique ou tumorale n'a aucune conséquence spécifique.

C - L'aphasie et les apraxies.

a) L'existence de troubles du langage ne permet pas de différencier les sujets.

Nous trouvons parmi les 10 sujets atteints d'aphasie de Broca :

6 résultats normaux ou subnormaux

3 résultats très faibles

1 résultat médiocre

et parmi les 9 sujets atteints d'aphasie de Wernicke :

5 résultats normaux ou subnormaux

4 résultats très faibles.

L'intensité des troubles du langage n'explique pas la différence de ces résultats.

Les meilleures performances ont été réalisées dans ce groupe de sujets aphasiques par un malade qui présentait une aphasie de Wernicke très sévère, avec un jargon logorrhéique et de très gros troubles de la compréhension.

b) Il est très difficile d'apprécier le rôle d'une apraxie idéo-motrice, car ce trouble n'est jamais isolé et son intensité est extrêmement variable. Nous trouvons dans le groupe comportant

10 sujets, 6 résultats à peu près normaux en quantité d'information et 4 très faibles. La structuration spatiale est anormale dans la moitié des cas.

c) Les mêmes remarques s'appliquent à l'apraxie constructive par lésion de l'hémisphère majeur (8 sujets)

- 3 fois la quantité d'information est normale
- 5 fois elle est très faible
- 5 sujets ont des anomalies spatiales très nettes.

L'association de résultats normaux et de résultats anormaux dans ces catégories a, b et c de malades montre bien qu'il n'existe pas de relation entre un certain type de comportement et la détérioration d'une fonction instrumentale.

2) Les facteurs qui influencent le comportement.

Une corrélation indiscutable apparaît par contre pour les groupes suivants :

- A) Les lésions unilatérales massives ont été responsables chez les 5 sujets qui en étaient atteints de résultats médiocres ou très faibles en quantité d'information.
La structuration spatiale est très anormale chez 3 d'entre eux : absence de ligne médiane, excès de diagonales (2 fois) exploration limitée à la périphérie (1 fois).
- B) Les lésions bilatérales observées chez 9 sujets ont de même conduit à 4 résultats très anormaux et à 5 résultats faibles, avec des anomalies constantes de la disposition spatiale.
- C) Les 9 sujets cliniquement détériorés ou confus ont réalisé
 - 8 fois des gaps très anormaux par la fréquence très élevée du gap 6 ou de plusieurs gaps pairs.
 - 6 fois la quantité d'information est très faible.

- la périphérie est complètement soulignée par 7 sujets (4 fois en double)
- la fréquence de diagonales est très faible .

D) Sur les 14 malades atteints de comititalité,

- 6 ont réalisé des gaps très anormaux, comme les sujets détériorés
- 6 ont obtenu des quantités d'information très faible
- 13 sujets ont souligné complètement la périphérie de façon intense (2 fois en double)
- enfin 6 fois, il n'y a aucune diagonale.

Au total 1 seul sujet sur les 14 de ce groupe a des résultats subnormaux (la courbe des gaps et la disposition spatiale de ces sujets sont reproduites à titre d'exemple) .

Ainsi la très grande fréquence des anomalies de tous ordres dans ces groupes s'oppose à la dispersion des résultats (englobant des performances supérieures) dans les groupes isolés en fonction d'une désorganisation instrumentale.

- Les résultats anormaux des sujets aphasiques ou apraxiques par lésion gauche semblent bien être en rapport avec l'importance ou la diffusion de l'atteinte organique cérébrale ou encore avec l'association d'une comititalité.

- Les sujets dont l'aphasie ou les troubles praxiques étaient liés à une lésion focalisée du cerveau ont en effet obtenu de très bons résultats en quantité d'information tout en réalisant une disposition spatiale à peu près normale.

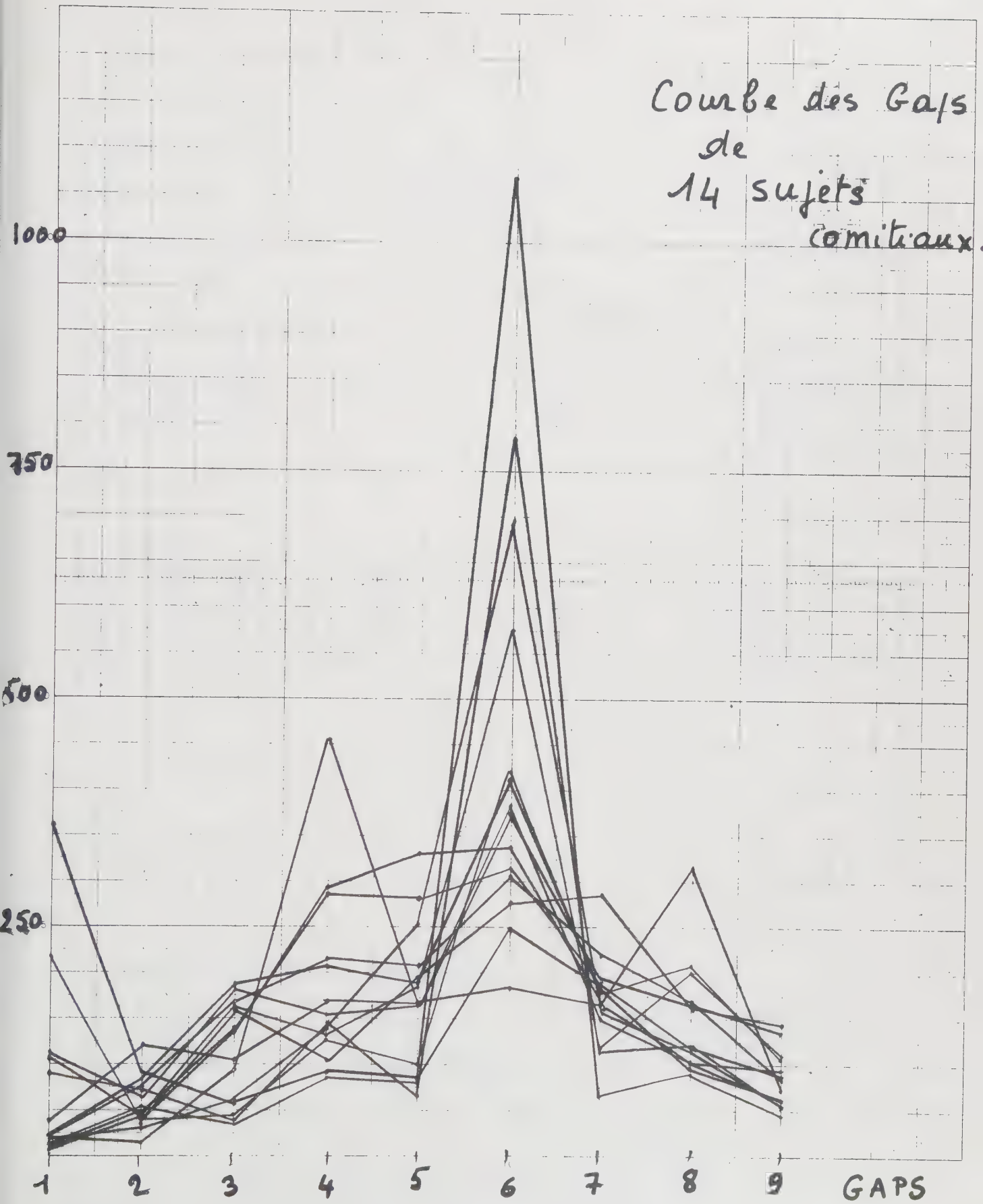
° ° °

Nous envisagerons maintenant, de façon très générale les résultats obtenus par les schizophrènes et par les sujets débiles.

Les schizophrènes

- Les deux sujets catatoniques ont tous les deux réalisé la persévération la plus sévère. Outre le fait que la catatonie est une

Courbe des Gaps
de
14 sujets
comitiaux.

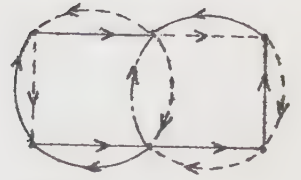




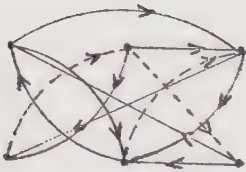
534



539



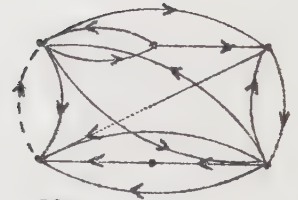
537



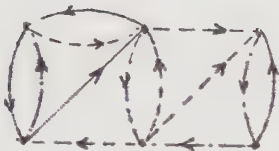
516



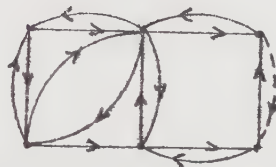
521



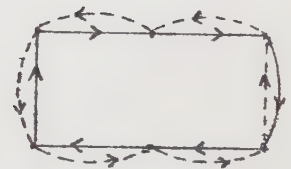
529



0501



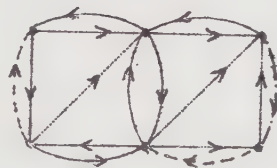
0508



0509



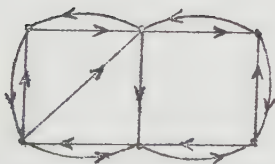
0503



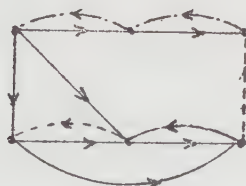
726



712



717



723

Disposition spatiale de 14
sujets coritiaux

forme de persévération motrice, l'indifférence absolue de ces malades, réfugiés dans leur monde autistique, les a conduits à subir l'expérience avec une inertie et une inattention totales.

- A l'inverse certains schizophrènes ont réalisé des performances normales, sans pour autant que leur affection soit bénigne. Cependant, ils différaient des sujets précédents par une certaine recherche de contact avec le monde extérieur et une attention réelle. Ces schizophrènes qui ont réalisé des performances normales ne déliraient pas.
- Certaines bizarreries et excès sont notées dans la disposition spatiale : la tentation est grande de rapprocher la scission de l'espace en deux (réalisée par un malade dont la symptomatologie comportait un riche délire d'invention parfaitement absurde) des idées délirantes de morcellement du corps. La négligence d'une partie de l'espace chez un autre sujet peut être envisagée de la même façon. Enfin, le nombre le plus grand de diagonales (11 et 12) avec absence de ligne médiane a été réalisé par deux schizophrènes délirants d'un très bon niveau intellectuel. Les redoublements interminables de la même touche qui témoignaient peut être parfois d'un mode de régression à un comportement infantile, ont été au moins deux fois voulues par le malade et visiblement intégrées dans son délire.

La débilité mentale

- Les débiles allient fréquemment à une quantité d'information normale ou même supérieure des troubles importants de la structuration spatiale. Cette association s'observe surtout quand la débilité est importante (Q.I. aux environs de 60). Chez ces sujets, l'inconscience, l'imprécision, l'instabilité auxquelles il faut parfois ajouter un certain degré d'excitation favorisent l'obtention d'une bonne Q. d'Inf. Le hasard se fait tout seul, par défaut d'intelligence et d'organisation logique.

Mais les anomalies de la disposition spatiale trahissent l'origine de ces performances qui pouvaient être interprétées comme la marque d'une grande attention et d'une volonté délibérée de respecter la consigne.

- D'autres sujets, répondant au type du débile inerte et inhibé ont associé à de nombreux troubles spatiaux une quantité d'information très médiocre.

Le redoublement des touches est très fréquent dans ce groupe ; nous verrons en étudiant les résultats des très jeunes enfants normaux, que ce comportement traduit bien le retard de maturation du débile mental.

Cas particuliers

Les deux sujets atteints de lésion pariéto-occipitale droite ont eu des comportements très particuliers.

- L'une de ces deux malades était complètement désorientée, perdue au milieu des touches. Au cours de l'expérience, elle laissait sa main planer au dessus du cadran, pour en venir fréquemment à taper en dehors des touches. Sa perplexité apparaissait dans ses arrêts qu'elle ponctuait de réflexions : "Voyons, où en étais-je ?" ou encore "est-ce celle-la que je viens de taper ? Ah, je suis complètement embrouillée". Elle changeait souvent de doigt sans en avoir conscience.

Les troubles visuo-spatiaux et somatognosiques de cette malade étaient particulièrement marqués. Elle était incapable de mémoriser la moindre information empruntant ces systèmes et, ayant perdu toute référence, il lui était donné cette possibilité très anormale de se comporter vraiment "au hasard". Il est vraisemblable que si cette malade n'avait pas, de surcroît, eu une négligence de l'espace gauche, elle aurait réalisé des valeurs très supérieures à la normale en quantité d'information. La réduction de variété due à l'exploration très préférentielle de l'espace droit, associée à ce comportement

totallement désorganisé lui a permis de se maintenir à des chiffres supérieurs de quantité d'information (sauf pour les monogrammes qu'elle a évidemment très inégalement répartis).

- Le deuxième malade avait également une négligence de l'espace gauche, qui s'est révélée sans ambiguïté dans le diagramme de la disposition spatiale et des troubles visuo-spatiaux. Mais lors de l'expérience, il n'était ni désorienté, ni perplexe. Il lui a suffi de 14 mn pour taper alors que la malade précédente avait eu besoin de 35 mn. La négligence de l'espace gauche n'étant pas compensée par une grossière désorientation, il a réalisé des performances très médiocres.

- Nous voudrions aussi attirer l'attention sur les comportements des 2 malades atteints de syndrome de Korsakoff. L'un de ces sujets dont les troubles de la mémoire de fixation étaient très intenses avait été considéré comme détérioré d'après les résultats de Wechsler. Nous croyons pouvoir affirmer qu'il ne l'était pas au vrai sens du terme (il gagnait d'ailleurs toujours les parties de jeu de dames qu'il entreprenait avec les autres malades de la salle). Il a obtenu de très bons résultats et a tapé avec des capacités d'attention et de raisonnement certaines. Le deuxième malade a obtenu des résultats supérieurs au précédent, alors qu'il avait également été considéré comme détérioré.

- Nous citerons enfin le cas d'une malade, qui, à la suite d'un grave traumatisme crânien était restée 3 mois dans le coma. Elle était ensuite demeurée dans un état évoquant une profonde détérioration d'origine organique, sans troubles spécifiques autres qu'une discrète agnosie visuelle. Les résultats du test de Wechsler confirmaient cette opinion puisque cette malade qui était infirmière avant son accident obtenait les notes suivantes : QI verbal : 72, QI performance 37, QI global : 51.

Cependant, en observant plus attentivement son comportement on pouvait noter la pertinence et l'ironie de certaines de ses remarques et

d'autre part un maniérisme et des bizarreries qui rappelaient tantôt les attitudes des maniaques, tantôt celles des schizophrènes.

L'E.E.G. de cette malade était strictement normal.

Elle a réalisé l'expérience avec beaucoup de soin et d'attention et a obtenu des résultats normaux en quantité d'information avec une minime anomalie de dispositions spatiale.

Ces derniers exemples nous conduisent à exprimer quelques réserves sur le Test de Wechsler dans l'étude de certaines perturbations de comportements.

ESSAI D'INTERPRETATION DES COMPORTEMENTS PATHOLOGIQUES

1) Signification des troubles de la structuration spatiale.

La maladie ne concerne pas directement le contenu du comportement mais sa structure. Le comportement doit donc non seulement s'observer mais se comprendre.

. L'examen des résultats pathologiques nous permet d'interpréter la transformation opérée par le dysfonctionnement comme la marque d'un comportement à la fois moins différencié, moins organisé et plus amorphe. Ce qui semble être devenu inaccessible au sujet pathologique c'est un certain niveau d'action, et ceci se comprend en ce sens que le comportement pathologique représente une altération qualitative. C'est souvent en fonction de cette altération qualitative que certaines actions sont électivement troublées.

. Cependant, si la fonction générale d'organisation suppose l'intégrité de l'ensemble de la machine cérébrale, cela ne signifie pas que l'on puisse traiter le fonctionnement nerveux comme un processus global où toutes les parties interviennent au même titre. La fonction n'est pas indépendante du substrat par lequel elle se réalise.

. La désorganisation de la fonction spatiale peut ainsi dépendre de lésions localisées aux aires pariéto-occipitales très denses en voies neuronales nécessaires à l'élaboration de cette fonction, ou de lésions diffuses du cerveau, ou de toute cause responsable de la non maturation ou de la maturation incomplète des dispositifs pré-disposés à la réalisation de la structuration spatiale.

. Il est donc facile de comprendre pourquoi les perturbations de la structuration spatiale sont si nombreuses dans notre groupe de

de sujets pathologiques. Nous l'observons dans les cas :

- de lésion P.O. focale très limitée
- de lésions organiques supprimant une masse importante de substance nerveuse nécessaire à un fonctionnement normal = lésion unilatérale massive , lésions bilatérales. Détériorations avec atrophie cérébrale)
- de troubles tels que la comitialité qui perturbe de façon diffuse le fonctionnement cérébral
- d'un défaut de maturation (sujets débiles), même si aucune lésion organique n'est décelable,
- d'une destructuration sans base organique connue, chez les schizophrènes.
- L'absence de ligne médiane ou la ligne médiane faiblement soulignée est due à ce que la référence fondamentale de l'espace n'a jamais existé ou s'est effritée.
- La prédominance exclusive de la périphérie notée chez un grand nombre de sujets paraît elle aussi dépendre d'une indifférenciation de l'espace. Celui-ci n'a plus de signification pour le sujet et en conséquence l'action s'y déroule de façon indifférenciée, selon les lois de la plus grande facilité c'est à dire en tournant en rond, cependant que le centre devient désert.

A) L'absence de structuration spatiale ne contribue en règle nulle-
ment à augmenter la variété du comportement, au contraire.

Ce trouble s'accompagne en effet le plus souvent d'une diminution
du dynamisme cérébral avec une prédominance de l'inhibition qui
fige le comportement. (C'est le cas des sujets détériorés, confus,
ou atteints de lésions organiques bilatérales du cerveau.)

B) Cependant il faut faire ici une remarque importante. Comme l'a
dit Shannon "un comportement donné peut être produit par un grand
nombre de réseaux et le nombre des facteurs dont s'est
libéré un effet, n'exprime pas son degré d'organisation cybernétique.
Il faut faire intervenir le coefficient d'efficacité du facteur
dont s'est libéré l'effet".

Il est possible d'imaginer que ce coefficient d'efficacité, au lieu d'être chargé d'une lourde inhibition, est au contraire très faible en raison d'une organisation défectueuse. Et alors une structuration spatiale très faible peut aller de pair avec la transmission d'une forte quantité d'information. La structuration anti-hasard n'ayant jamais existé, le sujet ne peut en avoir "ni conscience ni mémoire" et sans rien vouloir, parfois même sans avoir très bien compris la consigne il est capable de réaliser une "variété" qui en fait n'est que la marque de sa profonde inorganisation. Ce type de comportement que nous avons rencontré chez les débiles peut être rapproché du cas classique des singes typographes qui réaliseraient à partir des lettres d'une casse un message beaucoup plus riche en information quantitative que le typographe qui agirait selon les contraintes, pour lui obligées, de signification du langage écrit.

2) Nous envisagerons maintenant les capacités des sujets pathologiques en ce qui concerne la conduite volontaire :

1) Un cerveau normal doit être activement dynamique. Ceci suppose un degré normal de conscience ou de vigilance. Toute cause susceptible de perturber la vigilance et l'attention quelle que soit son origine est susceptible de remplacer ce dynamisme par la passivité.

Nous rejoignons la notion d'équilibre indispensable entre phénomènes d'excitation et d'inhibition, qui peuvent aussi s'exprimer par la notion d'absence de freinage ou de suppression de l'excitation si l'activité réciproque continue des différents groupes de cellules en jeu est perturbée.

2) Ainsi les systèmes régulateurs de la conduite volontaire doivent être en équilibre. S'ils sont détruits, la règle est que le comportement rejoint celui du monde mécanique où s'observent les degrés les plus marqués d'automatisme, où les actes sont déterminés sans finalité, uniquement par une détermination matérielle extérieure.

3) Si la fonction de contrôle n'existe plus, cette inactivation se traduit en effet typiquement par un régime cyclique ou tous les influx sont groupés dans le temps et dans l'espace.

L'inactivation des systèmes de contrôle les plus élaborés rejoint la notion clinique de persévération, définie comme une manifestation d'inertie mentale. Si les différentes possibilités susceptibles de se présenter à la conscience n'ont ni force ni persistance, seule persistera la possibilité qui est en cours de réalisation. Elle tendra donc à se réaliser avec une probabilité de plus en plus proche de la certitude.

C'est ce déficit de la conduite consciente et volontaire qui est à la source des résultats anormaux de la courbe des gaps, de la quantité d'information et de la fréquence maximale de sortie des Ngrammes.

1) Le comportement cyclique le plus simple est celui qui n'a qu'une seule période. Il tend à être déterminé. La machine comportant 6 touches, le gap 6 aura une probabilité très forte et la courbe marquera une flèche très élevée à son niveau.

Si plusieurs périodes reviennent, toujours semblables, 2 ou 3 intervalles auront une très forte probabilité : le résultat sera une courbe en dents de scie.

La quantité d'information très faible et la fréquence maximale de sortie des Ngrammes obéissent aux mêmes déterminations : le sujet ignore un grand nombre des possibilités qui lui sont offertes et persiste à réaliser avec une fréquence très élevée des choix de séquences identiques.

ANALYSE DES RESULTATS DE 40 ENFANTS NORMAUX.

Pour analyser ces résultats et rechercher des différences de comportement correspondant à des étapes successives de maturation, nous avons réparti cette population en 3 groupes.

- un groupe comprend 9 enfants âgés de 3,4 ans et 5 ans.
- un autre groupe, 14 enfants âgés de 5 à 7 ans (nous avons éliminé de ce groupe un enfant qui était atteint d'une névrose obsessionnelle).
- le dernier groupe comprend 16 enfants âgés de 7 à 11 ans.

Les enfants qui ont réalisé l'expérience n'ont frappé que 800 fois. Le comportement analysé repose donc sur un nombre de choix réduit de moitié, ce qui interdit la comparaison avec les résultats des adultes. La courbe des gaps aura forcément une flèche plus élevée. Les valeurs maximales de la quantité moyenne d'information sont de 2,58 pour $N = 1$, et $N = 3$; de 2,41 pour $N = 4$; de 1,93 pour $N = 5$; de 1,60 pour $N=6$; de 1,38 pour $N=7$; 1,20 pour $N=8$; de 1,07 pour $N=9$; de 0,96 pour $N=10$. (courbe n°8).

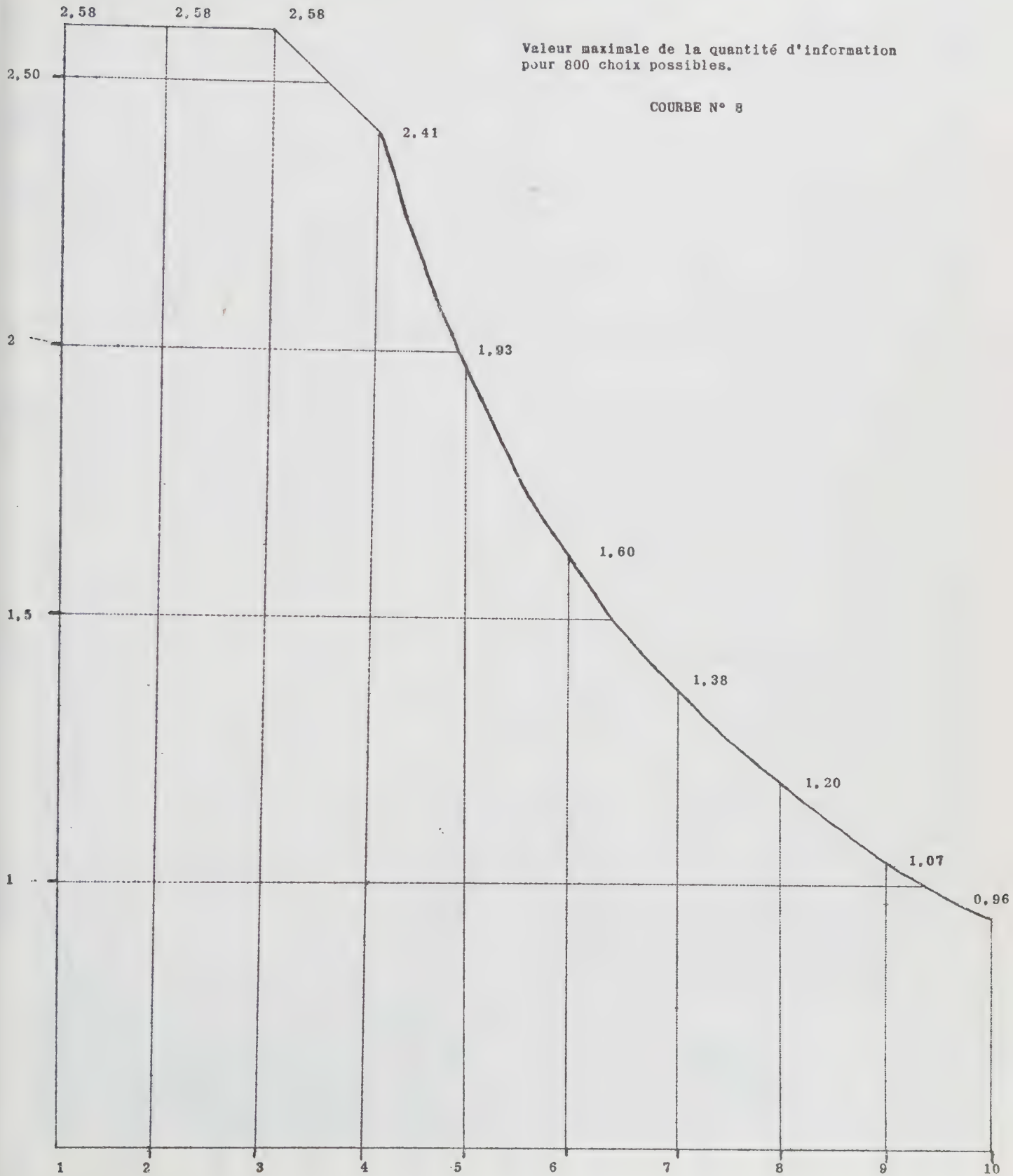
Les valeurs très élevées de la quantité d'information relative à partir des séquences de 5, valeurs qui atteignent souvent la quantité d'information maximale, sont dépourvues de signification.

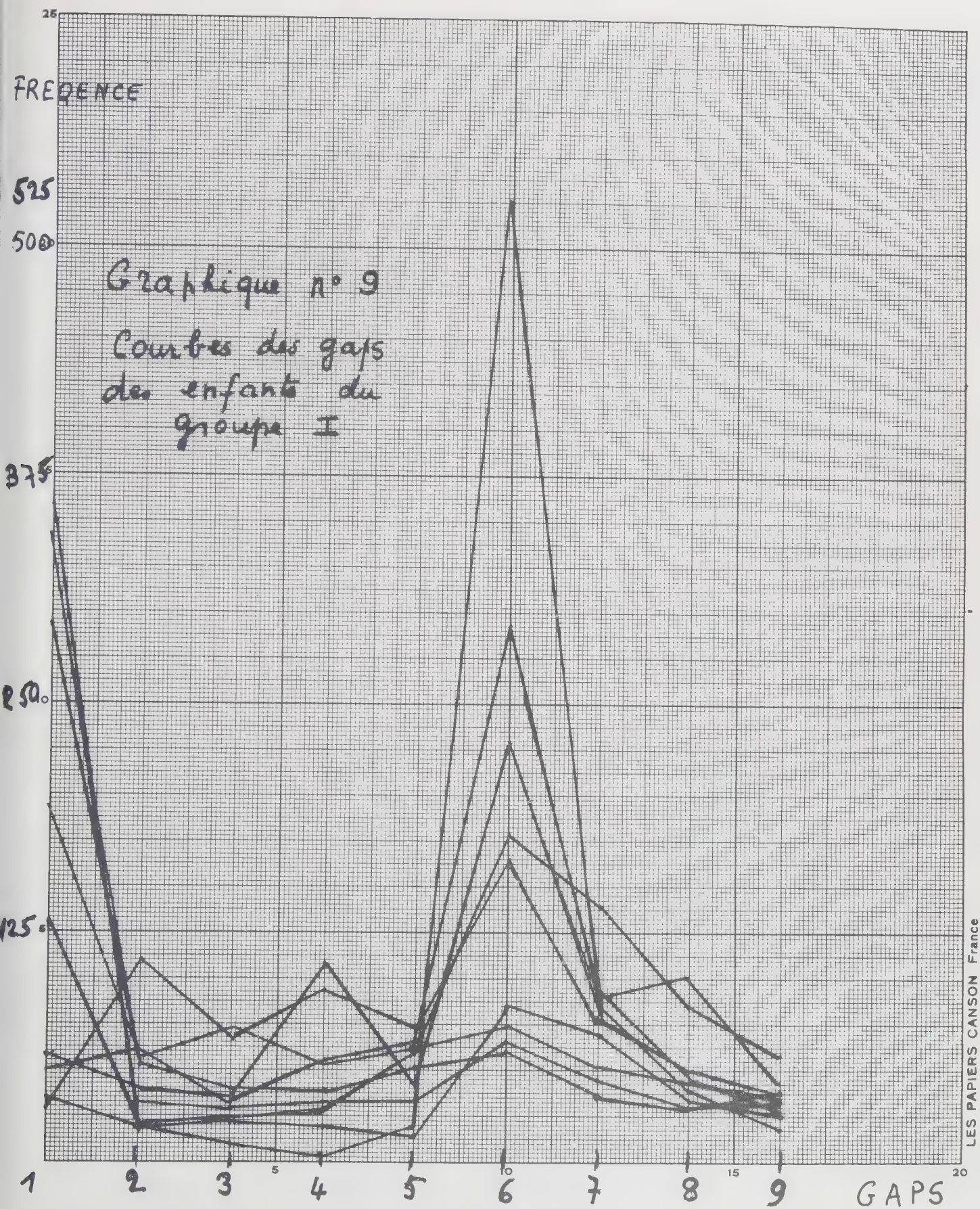
Résultats du groupe 1

1) La courbe récapitulative des gaps a un aspect très particulier.

La répartition des intervalles est très irrégulière et il existe une préférence très nette pour le gap 1 et pour le gap 6 (graphique n°9).

Tous les autres gaps ont des fréquences extrêmement faibles.





2) Les valeurs extrême de la Q. Inf. sont les suivantes :

2,56 et 2,47 pour N=1 (dans 4 cas elle est inf. à 2,51)
2,44 et 2,13 pour N=2
2,32 et 1,85 pour N=3
2,07 et 1,61 pour N=4
1,78 et 1,43 pour N=5
1,52 et 1,29 pour N=6
1,36 et 1,17 pour N=7
1,19 et 1,06 pour N=8
1,06 et 0,97 pour N=9
0,96 et 0,90 pour N=10

Courbe n° 10

3) L'étude de la disposition spatiale met en évidence les faits suivants :

(Tableau n° 10 bis)

- la ligne médiane est absente 5 fois (55,5 %)
 - simple 3 fois (33,3 %)
 - double 1 fois (11,1 %)
- le nombre de diagonales est
 - 0 7 fois
 - 1 1 fois
 - 7 1 fois.

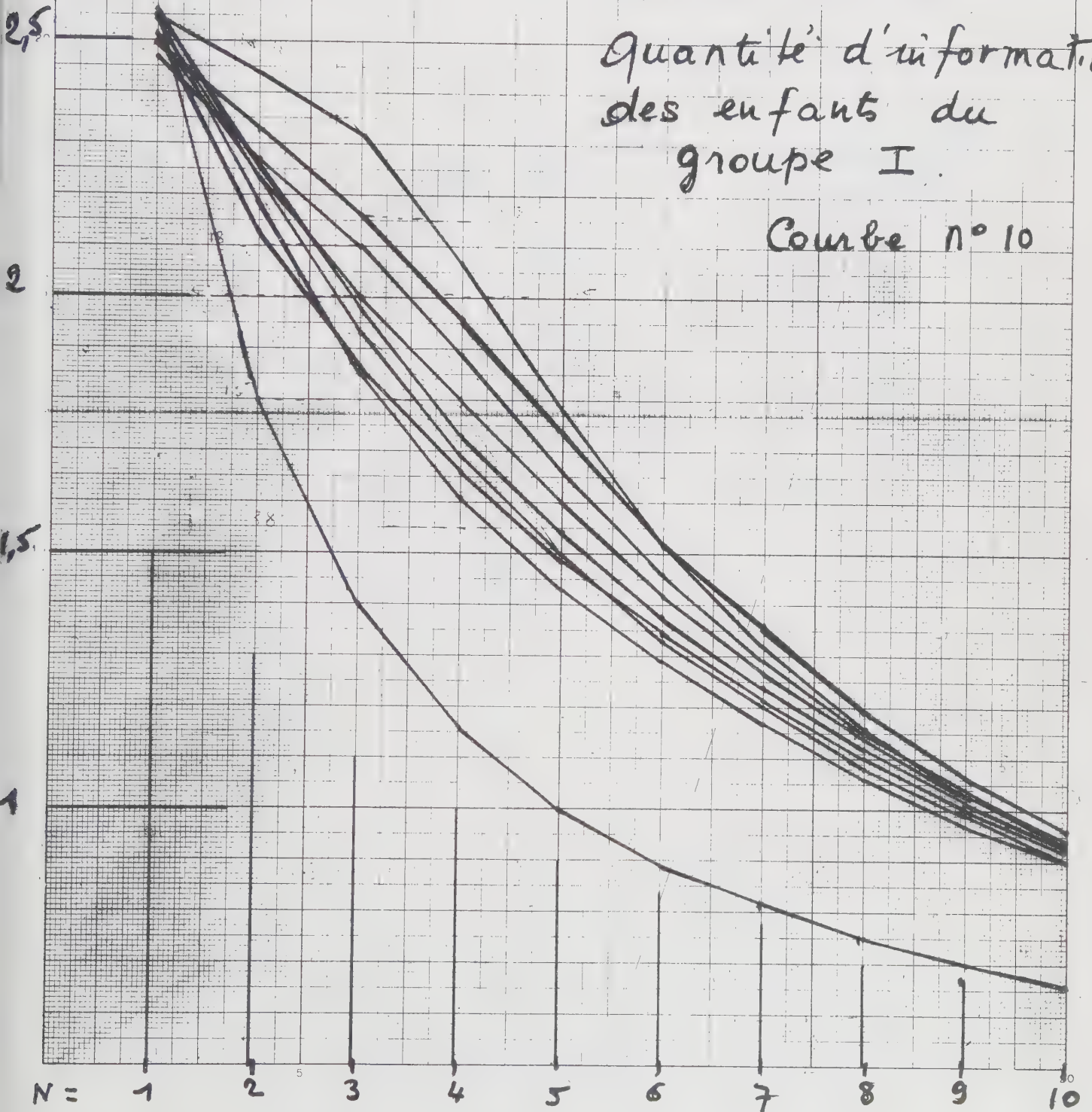
Etant donné le faible nombre de diagonales pour l'ensemble du groupe, le rapport entre les diagonales courtes et les diagonales longues ne peut être valablement établi.

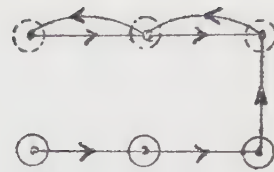
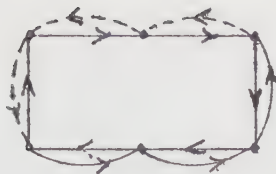
- le soulignement complet de la périphérie est noté

2 fois en séquences doubles
2 fois en séquences doubles et simples.

Courbe de la
Quantité d'information
des enfants du
groupe I.

Courbe n° 10





64



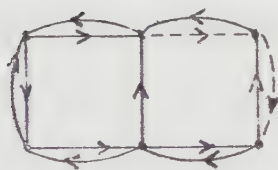
618 Ver. Lesne



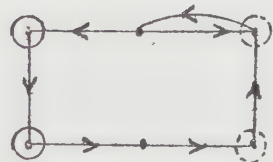
615 Fl. Schüller



6



638



605

Disposition spatiale des Petits enfants. du groupe I

TABEAU N° 10 bis

Résultats du groupe II

- 1) La courbe récapitulative des gaps est très différente de celle du groupe I (graphique n°11).

Le gap 6 est toujours très marqué, mais il se groupe pour des valeurs de 200 à 225 pour 8 enfants. Il est inférieur à 160 pour 4 enfants. Seuls 2 enfants ont un gap 6 particulièrement fréquent (275 et 240).

La fréquence élevée du gap 1 disparaît complètement : les 14 enfants sont groupés entre des valeurs de 60 et 0.

Les autres gaps sont tous beaucoup mieux répartis.

Par rapport à la courbe du groupe I, on note une élévation des fréquences les plus basses et une harmonisation des fréquences les plus fortes.

- 2) La Q.Inf. se répartit entre les valeurs extrêmes de

2,55 et 2,57 pour N=1

2,44 et 2,26 pour N=2

2,29 et 2 pour N=3

2,09 et 1,77 pour N=4

1,72 et 1,56 pour N=5

1,58 et 1,38 pour N=6

1,37 et 1,24 pour N=7

1,20 et 1,11 pour N=8

1,07 et 1,01 pour N=9

0,96 et 0,92 pour N=10 (Courbe n°12)

- 3) L'étude de la disposition spatiale montre que: (Tableau n°13)

- la ligne médiane est absente 6 fois (42,85 %)

simple 3 fois (21,43 %)

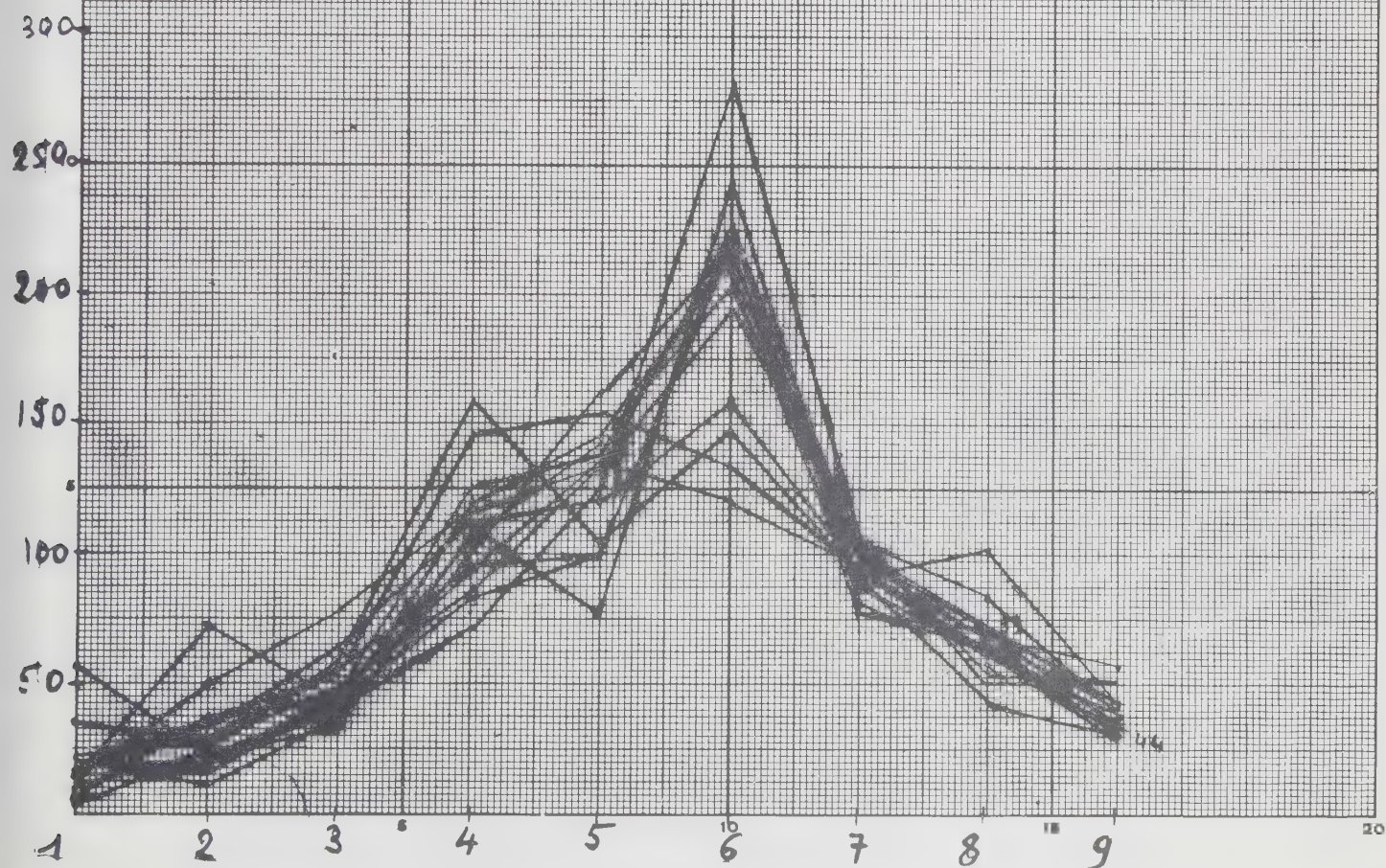
double 5 fois (35,7 %)

- le nombre des diagonales est :

0 4 fois

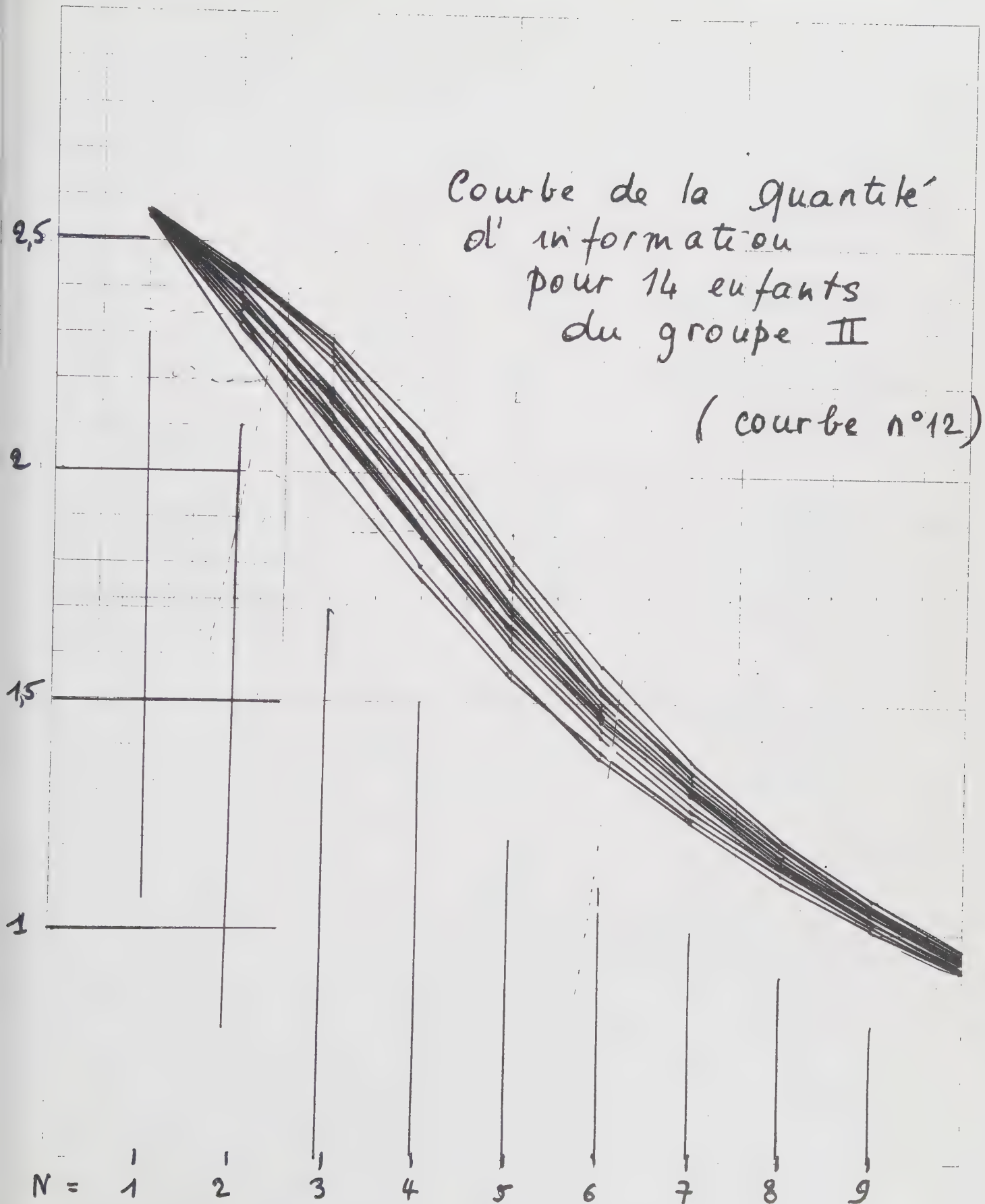
Courbe récapitulative
des gaz de 16 enfants
du groupe II.

(graphique n° 11)



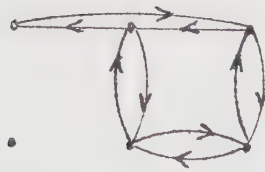
Courbe de la Quantité
d'information
pour 14 enfants
du groupe II

(courbe n°12)





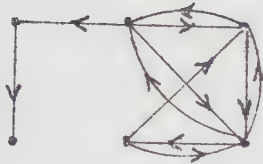
612



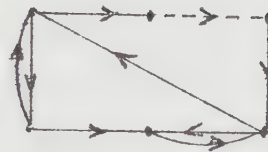
609



624



602



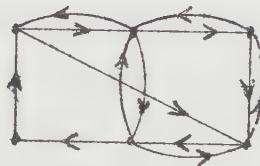
639



603



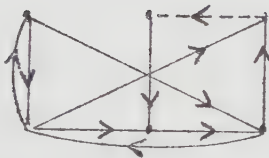
644



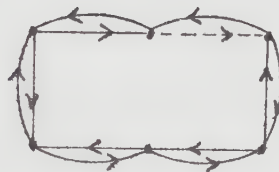
617



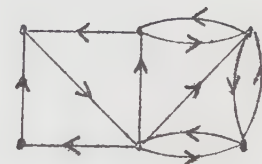
637



636



632



604



619



628 J.C.

TABLEAU N° 13
Répartition spatiale des enfants
du groupe II

1	3 fois
2	2 fois
3	4 fois
6	1 fois

C'est à dire en moyenne 1,78 par enfant.

- Le rapport entre le nombre de diagonales courtes et longues et de 1,27.

- le soulignement complet de la périphérie est noté

2 fois en séquences doubles

5 fois en séquences simples et doubles.

Résultats du groupe III.

1) La courbe récapitulative des gaps s'est modifiée par rapport à celle du groupe II (graphique n°14).

Si la fréquence du gap 6 est sensiblement la même, elle s'accompagne d'une fréquence plus grande du gap 5 et du gap 7, cependant que la fréquence des gaps pairs 4 et 8 tend à diminuer.

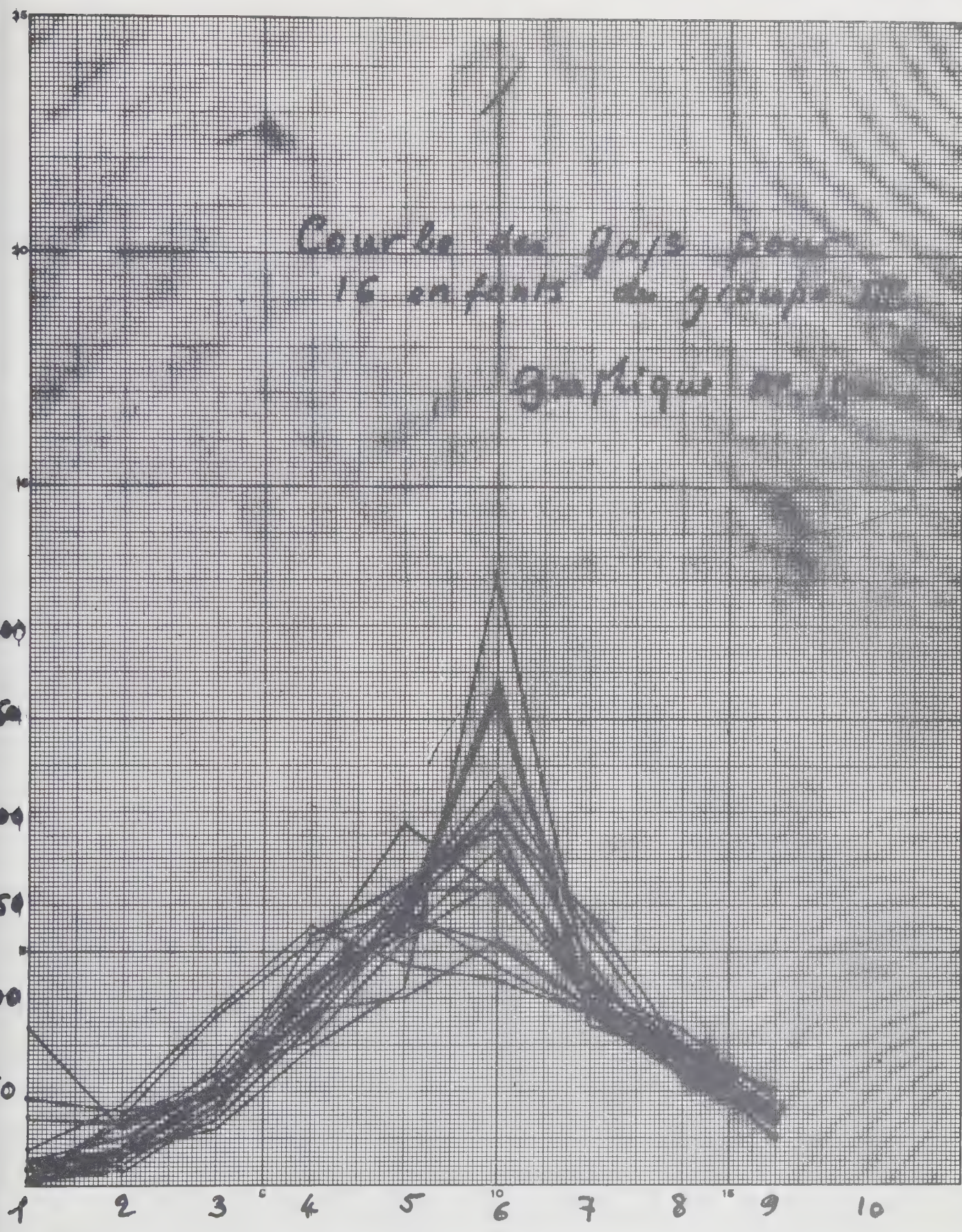
Le profil général est ainsi plus régulier et tend par ce caractère à se rapprocher de celui de l'adulte.

2) La Q. d'Inf. se répartit entre les valeurs de

2,57 et 2,55	pour N=1
2,51 et 2,32	pour N=2
2,38 et 2,04	pour N=3
2,14 et 1,76	pour N=4
1,85 et 1,54	pour N=5
1,59 et 1,36	pour N=6
1,37 et 1,22	pour N=7
1,20 et 1,10	pour N=8
1,07 et 1	pour N=9
0,96 et 0,91	pour N=10.

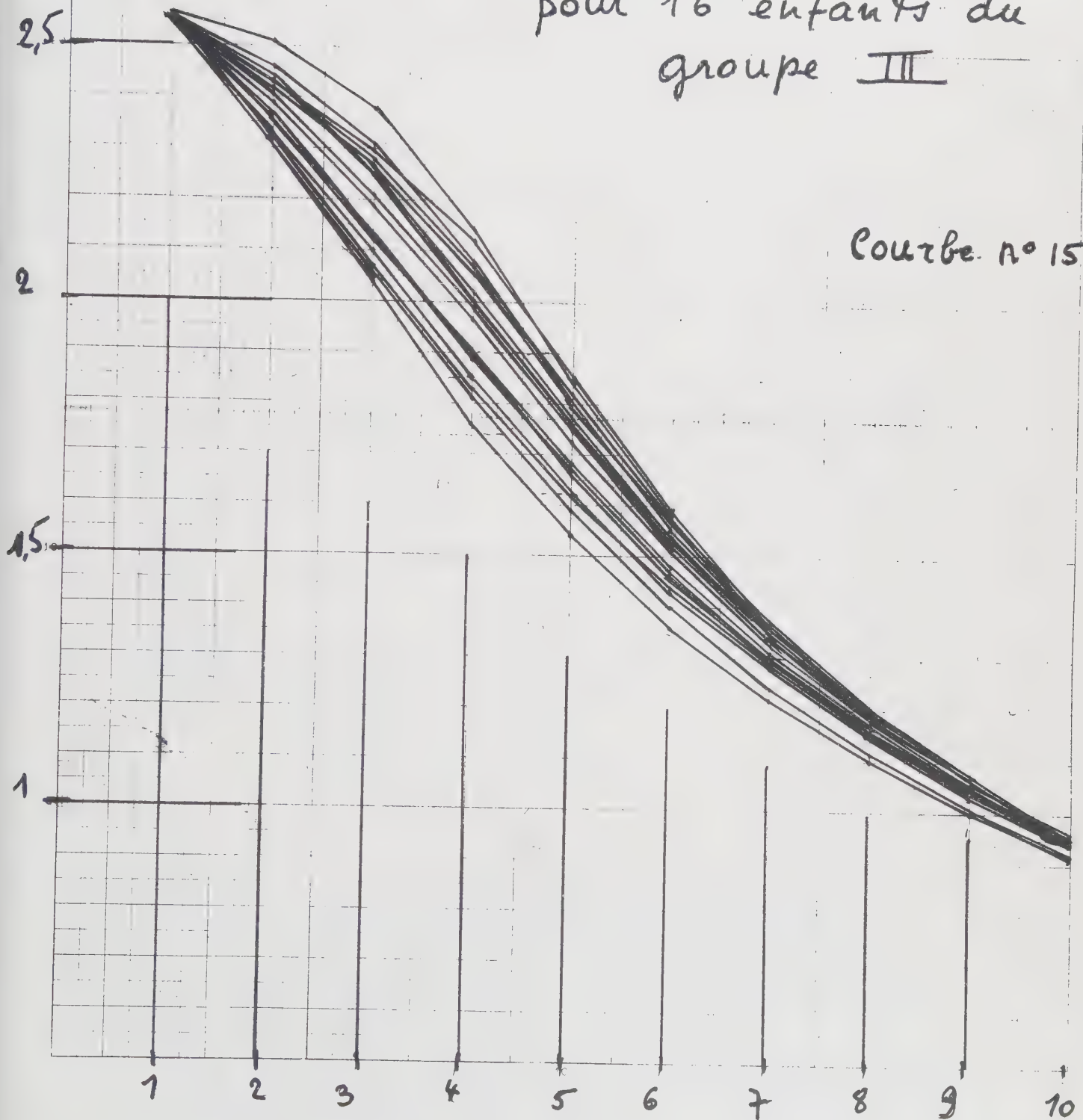
(Courbe n°15)

Courbe des gaz pour
16 enfants du groupe III
Graphique original



Quantité d'information
pour 16 enfants du
groupe III

Courbe n° 15



3) L'étude de la disposition spatiale montre que : (tableau 16)

- la ligne médiane est absente 4 fois (25 %)
 - simple 6 fois (37,5 %)
 - double 6 fois (37,5 %)

- le nombre de diagonales est

0	2 fois
1	2 fois
2	4 fois
3	2 fois
4	1 fois
5	1 fois
6	2 fois
7	1 fois
9	1 fois

c'est à dire en moyenne de 3,31 par enfant.

- le rapport des diagonales courtes et longues est de 2.
- le soulignement complet de la périphérie est noté
5 fois en séquences simples et doubles
jamais entièrement en séquences doubles.

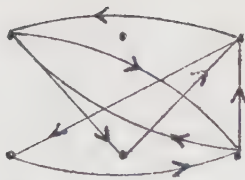
Le temps de réalisation de l'expérience est en moyenne

- 16,6 minutes pour le groupe I
- 13,8 minutes pour le groupe II
- 9,7 minutes pour le groupe III

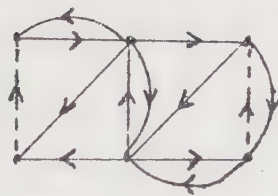
ESSAI D'INTERPRETATION DES COMPORTEMENTS DES ENFANTS

La compréhension des résultats des enfants oblige à considérer les facteurs suivants :

- les capacités de compréhension de la consigne (même lorsqu'elle est aussi bien adaptée que possible à l'âge de l'enfant), les



631 J C



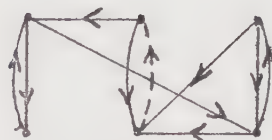
Hervé



621 Christine



608



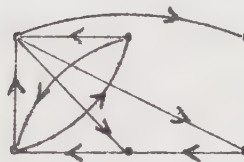
626 Sabine



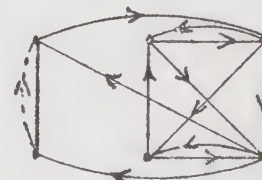
607 Sylvain



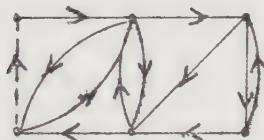
606 Gilles



610 Cath.



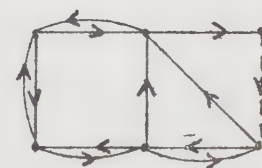
616 Ch.



634 B.



611 P



613 Marlon



627. Emm.



625 J



601 Alain

TABLEAU N° 16

Groupe III
Disposition spatiale
16 grands enfants

LIGNE MEDIANE
DES ENFANTS

TABLEAU COMPARATIF N° 17

	LM	DOUBLE	SIMPLE	0
III	G	37,5	37,5	25
II	M	35,7	21,42	42,84
I	P	11,1	33,42	55,5

GROUPE

GROUPE

GROUPE

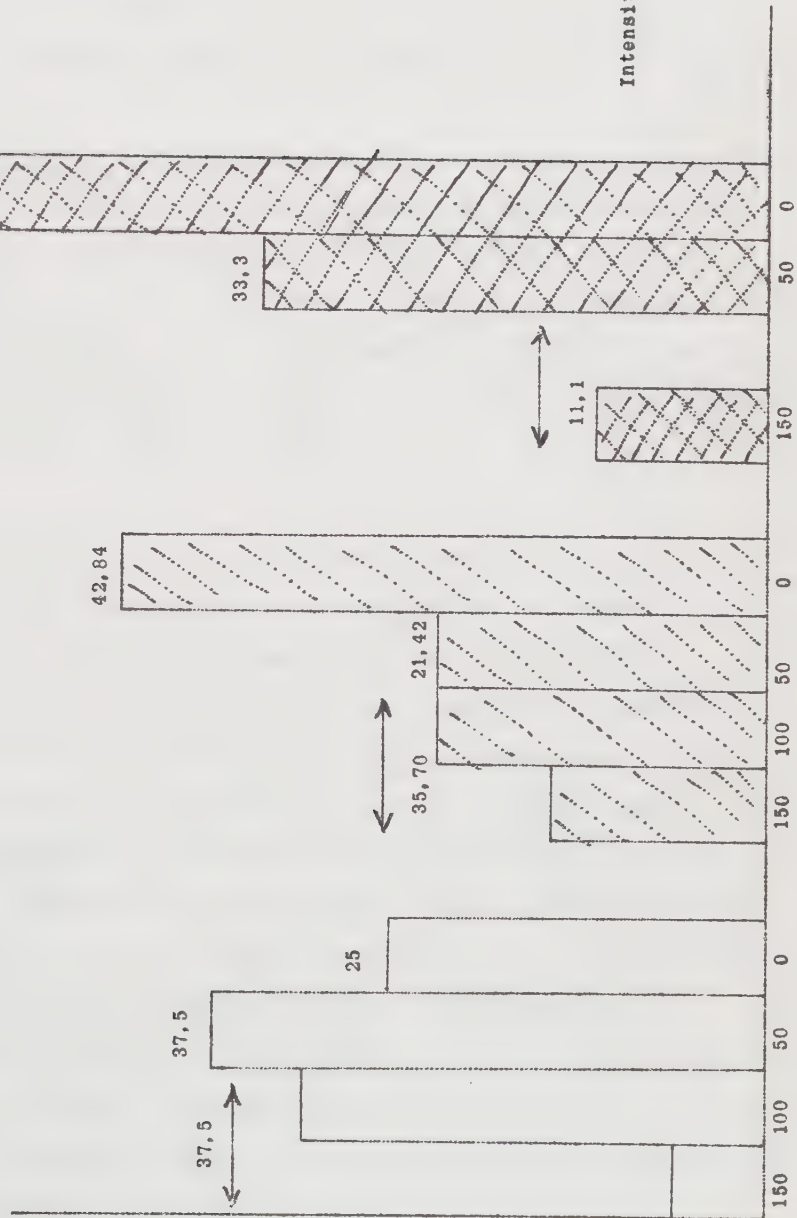
I

II

III

55 %

Nb
d'enfants en %



- facultés d'attention et de persévérance active
- le degré de structuration spatiale.

1) Compréhension, attention, et persévérance active.

- Il est certain que les petits enfants n'ont pas compris la consigne. Ils ont considéré l'expérience comme un jeu.

Leur attention était incapable de se fixer : ils oubliaient ce qu'ils faisaient pour considérer la machine comme un petit train, observer la façon dont elle avançait à chaque frappe. Beaucoup se sont montrés bavards, instables. Leur comportement ne reflète donc pas le libre arbitre.

Les enfants plus âgés comprenaient de mieux en mieux la consigne. En outre, l'apparition du sens social les rendaient respectueux de l'expérimentateur et leur comportement était plus stable; ils ne parlaient pas et s'efforçaient de bien faire. L'attention et la volonté dirigée étaient capables de se maintenir pendant la durée de l'expérience. Le goût pour l'activité créatrice qui leur était demandée se traduisait dans toute leur attitude.

2) Structuration spatiale

Les enfants très jeunes n'ont encore acquis que de vagues notions de leur corps et de l'espace. Dans cet espace non élaboré l'enfant n'appréhende que des fragments isolés. Les études psychologiques ont attiré l'attention sur la répétition en écho propre aux premiers stades d'acquisition du langage et sur la tendance à la répétition d'un même geste jusqu'à ce qu'une influence extérieure, une distraction vienne rompre ce circuit dont l'enfant est prisonnier.

Avec la maturation, l'enfant comprend le caractère improductif de ces répétitions et celles-ci cèdent la place aux redondances plus complexes du langage, une activité capable de se diriger vers un but remplace progressivement les tâtonnements au hasard. Le schéma corporel s'édifie et se complète vers l'âge de 6 ans par l'apparition de l'orientation latérale.

Ces brèves notions permettent d'interpréter les résultats des différents groupes d'enfants.

Groupe I

I - Chez les petits enfants, l'espace non encore structuré est exploré par redoublements interminables alternant avec des séquences périphériques. Il n'y a pas de ligne médiane, pas de diagonales. L'élévation considérable du gap 1 explique que l'enfant n'obtienne pas une meilleure quantité d'information : celle-ci n'est pas réduite par une redondance organisée, mais par la redondance due aux répétitions des touches qui est plus forte encore.

Groupe II

- Chez les enfants de 5 à 7 ans, les redoublements ont été éliminés. La structuration spatiale débute, mais elle est encore incomplète; la latéralité est à peine élaborée : la ligne médiane est inconstante, les diagonales sont peu nombreuses. La répartition des intervalles tend à s'équilibrer, mais une préférence est notée pour les gaps pairs 4 et 8.

Groupe III

- Enfin chez les grands enfants, la transformation se précise, et les résultats sans être homogènes se groupent et tendent à se rapprocher de ceux de l'adulte. La ligne médiane est fréquente, simple ou double; les capacités d'invention se sont enrichies, les diagonales sont nombreuses et la double périphérie disparaît. La répartition des intervalles se régularise et les fréquences des gaps 5 et 7, entourant la fréquence maximale du gap 6 s'élèvent.

CONCLUSIONS

Nous nous sommes proposés une étude descriptive et quantitative d'un comportement dans l'esprit de la cybernétique.

Aucun système biologique n'a jamais été exploré dans son entière complexité, à plus forte raison le cerveau ; nos résultats ne sont donc qu'une simplification (mais une connaissance peut être partielle et cependant complète).

L'être humain représente un canal de communication type entre récepteur et émetteur. Nous avons choisi arbitrairement pour l'explorer un moyen d'action, à savoir la consigne d' "agir comme au hasard", et un moyen d'observation, le calcul des probabilités et la mesure de la quantité d'information transmise.

+ + +

L'expérience a été réalisée au moyen d'une perforatrice IBM comportant 6 touches (2 rangées de 3 touches superposées). Le sujet devait frapper consécutivement 1600 fois et son comportement était enregistré sur 20 cartes perforées comprenant 80 perforations chacune. Ces cartes perforées ont été soumises à une analyse programmée sur ordinateur IBM qui nous fournissait les données suivantes :

- a - les intervalles entre deux frappes de la même touche
- b - la quantité d'information moyenne émise par les frappes d'une touche considérée isolément et par les séquences de deux à dix touches consécutives.
- c - les fréquences maximales de sortie d'une touche et d'une séquence de deux à dix touches consécutives.

L'addition de tous les intervalles, quelle que soit la touche considérée a permis de tracer la courbe récapitulative des "gaps".

Enfin, le comportement spatial a été étudié en reproduisant sur un schéma du cadran de la perforatrice les séquences de deux touches les plus fréquemment utilisées.

L'objectif idéal que nous avons proposé au sujet était de faire du hasard, c'est à dire de réaliser l'équipartition, l'indépendance complète de chaque instant de son comportement, enregistré en termes discontinus sur les cartes perforées. Etant donné le caractère fini de l'expérience, il était possible de calculer l'information moyenne maximale qu'aurait fournie le hasard et de disposer d'une référence pour mesurer le degré de contrainte qui avait pesé sur le comportement du sujet.

+ + +

Nous avons soumis à cette expérience

- 59 sujets normaux
- 80 sujets atteints d'affections neurologiques ou psychiatriques (affections vasculaires, tumorales, atrophiques du cerveau, comitialité, débilité mentale, schizophrénie, névrose obsessionnelle)
- 40 enfants normaux âgés de 3 ans et 4 mois à 11 ans.

+ + +

Les résultats des 59 sujets normaux définissent ce que l'on peut convenir d'appeler le comportement du sujet moyen normal.

Le comportement de ces sujets est très voisin, les écarts sont peu nombreux et d'importance limitée, ce qui assure une base valide à cette description.

- 1 - Le cerveau humain est incapable de créer du hasard. Son comportement normal, malgré la consigne de parfaite contingence, porte obligatoirement la marque de sa structuration, de son caractère d'intelligibilité qui s'oppose à l'originalité absolue dépourvue de signification du hasard.

2 - Cette organisation s'exprime par un certain degré de contrainte;
celui-ci présente certaines variations individuelles mais ne
supprime jamais une importante marge de liberté :

- le sujet est capable d'utiliser tous les intervalles de 2,3,4
5,6,7 et 8 entre deux frappes de la même touche, avec une
préférence à peine plus marquée pour l'intervalle 4 et 5.
- la contrainte ou redondance apparaît nettement si l'on consi-
dère les valeurs moyennes de la quantité d'information transmise.

Le sujet normal peut fournir en moyenne une information (dont
la valeur est exprimée en bits) de 2,55 pour les touches consi-
dérées isolément, de 2,38 pour les séquences de deux touches,
de 2,18 pour les séquences de trois, de 1,99 pour les séquences
de quatre, de 1,82 pour les séquences de 5 et de 1,62 pour les
séquences de 6. Ces valeurs s'écartent de façon significative
des valeurs maximales théoriques qu'aurait permis d'obtenir dans
le cadre de l'expérience la réalisation parfaite de la consigne
du hasard. (Ces valeurs théoriques sont, dans l'ordre de 1 à 6:
2,58 - 2,58 - 2,58 - 2,56 - 2,13 - 1,77).

- la répartition des touches considérées isolément montre que le
sujet, s'il n'équipartit pas de façon rigoureuse ses frappes,
se maintient autour de valeurs proches de l'équipartition
(comme corollaire, la quantité d'information transmise est
très proche de sa valeur maximale). Les séquences de 2 à 6
touches consécutives, par contre, sont franchement soumises à
la contrainte. C'est à leur niveau que se manifeste la structu-
ration du comportement, et, en conséquence, que l'écart entre
la quantité d'information maximale et la quantité d'information
transmise est le plus grand.

3 - La répartition spatiale possède des caractéristiques très
constantes :

- la probabilité voisine de 1 d'un soulignement double de la
ligne médiane (séquences 2-5 et 5-2)

- l'utilisation de tout l'espace disponible de façon équilibrée, les frappes se répartissant à la fois à la périphérie et en suivant des lignes diagonales;
- une tendance discrète à explorer préférentiellement l'espace droit;
- une prédominance de la direction verticale sur la direction horizontale
- une fréquence plus grande des séquences dirigées de gauche à droite en montant ou de droite à gauche en descendant (par rapport aux séquences droite-gauche en montant et gauche-droite en descendant)
- enfin, une caractéristique spatiale de grande valeur doit être soulignée : c'est l'extrême diversité observée dans les comportements individuels dans les limites de ces normes générales. Cette variabilité peut être considérée comme une constante.

Ainsi le cerveau humain normal se comporte comme un mécanisme qui n'est ni complètement déterminé, ni complètement chaotique.

Entre le déterminisme complet du monde inorganique et le hasard qui représente l'absence de structure, il se situe dans le domaine de l'organisé . Il possède une structuration. C'est pourquoi il est incapable de "faire du hasard", ce qui signifie agir dans une parfaite contingence.

- 1 - En dehors de toute situation arbitrairement fixée, le cerveau humain agit comme un régulateur qui bloque la transmission de la variété. Ses dispositifs de fonctionnement, renforcés par un long apprentissage, lui imposent une contrainte obligée : c'est ce que nous pouvons appeler le réglage.
- 2 - Dans les conditions de l'expérience, la consigne donnée s'oppose à cette régulation. En s'efforçant de respecter la consigne, le sujet doit maintenir une activité réactionnelle consciente pour créer de la variété en dépit de sa structuration.

- 3 - Le conflit entre ces deux forces contraires aboutit à la persistance de la contrainte au niveau des structures les plus profondément enracinées, c'est à dire celles qui sont liées à l'existence même de notre corps dans l'espace (individualisation d'un espace droit et d'un espace gauche, séparés par une ligne médiane verticale), cependant que l'effort de variété se marque au niveau du reste de l'espace. Ainsi, la différence entre la quantité d'information maximale et la quantité d'information transmise est en partie due à cette contrainte inévitable, imposée au sujet par sa structuration normale.

+++++

Malgré l'absence d'homogénéité du groupe des sujets atteints d'affections neurologiques ou psychiatriques, il est possible de dégager des caractéristiques statistiques du comportement pathologique.

- 1 - La répartition des intervalles est très inégale. La préférence pour l'intervalle 6 traduit la passivité et l'automatisation du comportement, de même que l'utilisation très préférentielle de 2 ou 3 intervalles, en particulier 4-6-8, au détriment des autres (la disposition des touches de la perforatrice permet en effet de comprendre que ce choix est lui aussi un témoignage de l'absence ou de l'inefficacité de la conduite consciente). Le choix fréquemment répété de l'intervalle 1, qui ne s'observe pas normalement, n'est pas rare.
- 2 - La quantité d'information moyenne fournie par les frappes isolées des touches est en règle exceptionnellement élevée, parfois anormalement basse. Quel que soit ce premier chiffre, la quantité d'information transmise s'effondre en général lorsque l'on considère les séquences de plusieurs touches consécutives.

3 - L'équipartition presque parfaite des frappes d'une touche l'est d'autant plus que le comportement est plus monotone et répétitif.
Pour cette même raison, la fréquence des séquences répétées de 2, 3 ou 4 touches s'élève ; cette fréquence peut être atteindre une valeur considérable affectant les plus longues séquences (de 8, 9 ou 10 touches consécutives).

4 - La répartition spatiale diffère nettement de celle du sujet normal.

La répartition anormale, tout en offrant des aspects divers, traduit une tendance aux comportements extrêmes, sans harmonie ni équilibre dans l'exploration de l'espace.

- le plus souvent, il s'agit d'un soulignement intensif et exclusif (ou presque exclusif) de la périphérie, plus rarement des diagonales.
- la ligne médiane perd sa valeur structurante : fréquemment absente, elle n'est souvent soulignée que dans une direction et moins fortement que chez le sujet normal.
- enfin, certaines anomalies relativement spécifiques sont parfois observées, telles la négligence de la partie gauche de l'espace, la scission de la répartition spatiale en deux, la prédominance excessive de la direction horizontale sur la direction verticale.

Les anomalies de ces comportements peuvent être toutes présentes, chez le même sujet, ou seulement certaines d'entre elles.

++++++

L'étude du comportement en fonction de l'affection en cause montre qu'il n'existe pas une corrélation rigoureuse entre eux. Néanmoins, la perturbation cérébrale se traduit dans la majorité des cas dans le comportement du sujet, de façon plus ou moins intense, plus ou moins spécifique.

a - 15 sujets ont réalisé des performances en tout points normales.

- b - 65 sujets ont obtenu des résultats différents de ceux du sujet normal dont 17 des résultats très anormaux.

L'analyse de leurs comportements montre qu'une corrélation relative existe entre certains types de résultats et certaines affections :

- la comitialité affecte en règle gravement les résultats obtenus par le sujet : la chute de la quantité d'information pour les séquences est souvent considérable et la répartition spatiale, très anormale souligne de préférence presque exclusivement la périphérie de l'espace.
- L'influence de la détérioration mentale et des lésions organiques bilatérales du cerveau est, elle-aussi très nette, mais d'un degré moindre. Elle laisse plus fréquemment subsister une structuration spatiale subnormale, comportant en particulier une persistance de la double ligne médiane.
- La débilité, lorsqu'elle ne s'accompagne pas de comitialité ou de lésions organiques cérébrales permet le plus souvent au sujet d'obtenir une variété et une quantité d'information normales (cette dernière est même parfois supérieure). Il est exceptionnel, par contre, que la répartition spatiale soit normale. Enfin, une préférence marquée pour le gap 1 est notée pour un grand nombre de ces sujets.
- La schizophrénie (si l'on exclue 2 sujets atteints d'hébéphrénocatatonie dont les résultats sont superposables à ceux des comitiaux détériorés) ont des performances souvent très bonnes, parfois un peu basses à la quantité d'information. Les anomalies spatiales de tous ordres sont fréquentes et réalisent parfois une structure bizarre (scission de l'espace en deux).

Aucun rapport ne paraît exister entre un déficit instrumental tel que l'aphasie, les apraxies, les agnosies lorsque ce déficit est lié à une lésion focale limitée du cerveau (la négligence de l'espace gauche doit être exclue de ce cadre). Le comportement du sujet est fonction en pareil cas de l'étendue de la lésion, de l'association

possible à une comitialité, à une détérioration ou à des lésions controlatérales. Des troubles isolés de la compréhension et de l'expression n'ont pas empêché les malades de réaliser des performances normales.

Un facteur important semble dans tous les cas influencer le comportement

- l'inhibition ou l'indifférence le plus souvent inhérente à l'affection (schizophrénie, dépression, caractère obsessionnel marqué, lésions frontales) font baisser les performances.
- à l'opposé, les états d'excitation que l'on peut observer chez les débiles inconscients, les aphasiques logorrhéiques, les sujets euphoriques, contribuent au maintien des performances.

Il n'existe pas de corrélation constante avec les tests de niveau intellectuel

- ainsi, les difficultés instrumentales isolées, les troubles de la mémoire observés dans le syndrome de Korsakoff, la pensée déréelle et mal socialisée du schizophrène constituent des facteurs responsables d'une baisse d'efficiace aux tests de niveau et laissent intacte la capacité d'introduire dans le comportement une variété semblable à celle du sujet normal.
- A l'inverse, les sujets atteints de comitialité sans détérioration ou de névrose obsessionnelle classés comme normaux par les tests intellectuels, auront souvent des résultats nettement pathologiques.

++++++

La signification des résultats qui diffèrent de la normale varie selon les cas considérés

- 1 - Certains comportements pathologiques se rapprochent du déterminisme; chaque transition tend à devenir prévisible. La structuration normale n'existe pas. Aucune réaction ne se produit contre cette tendance à l'automatisation.

- 2 - D'autres comportements respectent la structuration normale. Mais la réaction demandée dans la consigne n'a pas eu lieu ou a été inefficace.
- 3 - Une autre modalité résulte de l'action de capacités volitionnelles médiocres sur une structuration anormalement faible. En pareil cas, le degré de contingence que traduit la quantité d'information reste normal. Les insuffisances de structuration spatiales conduisent à penser que les capacités suffisantes pour assurer une contingence normale n'étaient pas obligatoirement puissantes ni même normales.

+++++++

Les résultats relevés chez l'enfant permettent d'apprécier l'évolution du comportement en fonction de l'âge.

- 1 - Chez l'enfant très jeune, âgé de moins de 5 ans, l'absence de structuration apparaît de façon évidente dans la tendance à la répétition prolongée de la même touche, dans l'absence de la ligne médiane, dans le soulignement intensif de la périphérie, ou dans l'oubli d'une grande partie de l'espace. L'absence de contrôle volontaire se révèle également dans la très inégale répartition des intervalles. Cependant, la quantité d'information transmise est proche de celle du grand enfant. C'est la marque de l'inorganisation.
- 2 - Chez l'enfant de 5 à 7 ans, apparaît un début de structuration ainsi qu'un meilleur contrôle de l'activité, c'est à dire plus de liberté. La quantité d'information s'élève un peu par rapport à celle des petits enfants et l'organisation spatiale commence à apparaître.
- 3 - Chez l'enfant de 7 à 11 ans enfin, le comportement approche celui de l'adulte. Les intervalles sont mieux répartis traduisant l'efficacité du contrôle volontaire cependant que la structuration spatiale est de plus en plus nette.

Cette étude ne prétend pas à être davantage qu'une première approche du comportement du cerveau.

Les résultats que nous avons obtenus nous paraissent suffisamment intéressants pour nous orienter vers une étude analytique plus détaillée et apportent, s'il en était besoin, une confirmation à l'intérêt de la méthode cybernétique appliquée à l'étude de la psychologie.

Vu, le Président de Thèse
Professeur J. DELAY

Vu, le Doyen de la Faculté
Professeur L. BINET

Vu et Permis d'imprimer
Le Recteur de l'Académie de Paris
J. ROCHE.

BIBLIOGRAPHIE

- W. Ross ASHBY

Introduction à la cybernétique (DUNOD)

Design for the brain.

- W. Ross ASHBY, Grey WALTER, Mary A. BRAZIER, W. RUSSEL BRAIN

Perspectives cybernétiques en neurophysiologie (P.U.F.)

- ATTENEAVE

Application of information theory to psychology.

- BOREL

Le jeu de la chance et les théories scientifiques modernes.

- BRESSON

La théorie de l'information (Année Psychol. 1953).

- John COHEN

Hasard, adresse et chance (P.U.F.)

- L. COUFFIGNAL

Les machines à penser.

- MERLEAU-PONTY

La structure du comportement (P.U.F.)

- MILLER

Langage et communication (P.U.F.)

- A. MOLES

Théorie de l'Information et perception esthétique (Flammarion)

- J. F. RICHARD

Etude de la stéréotypie des réponses dans les comportements
au hasard (Bull de Psychol. 213 XVI 3-5)

- WIERNER

Cybernétique et société (P.U.F.)

- G. WALTER

Le cerveau vivant

1er Congrès de Cybernétique Namur 1956.
La Motivation Symposium de Florence 1958.
